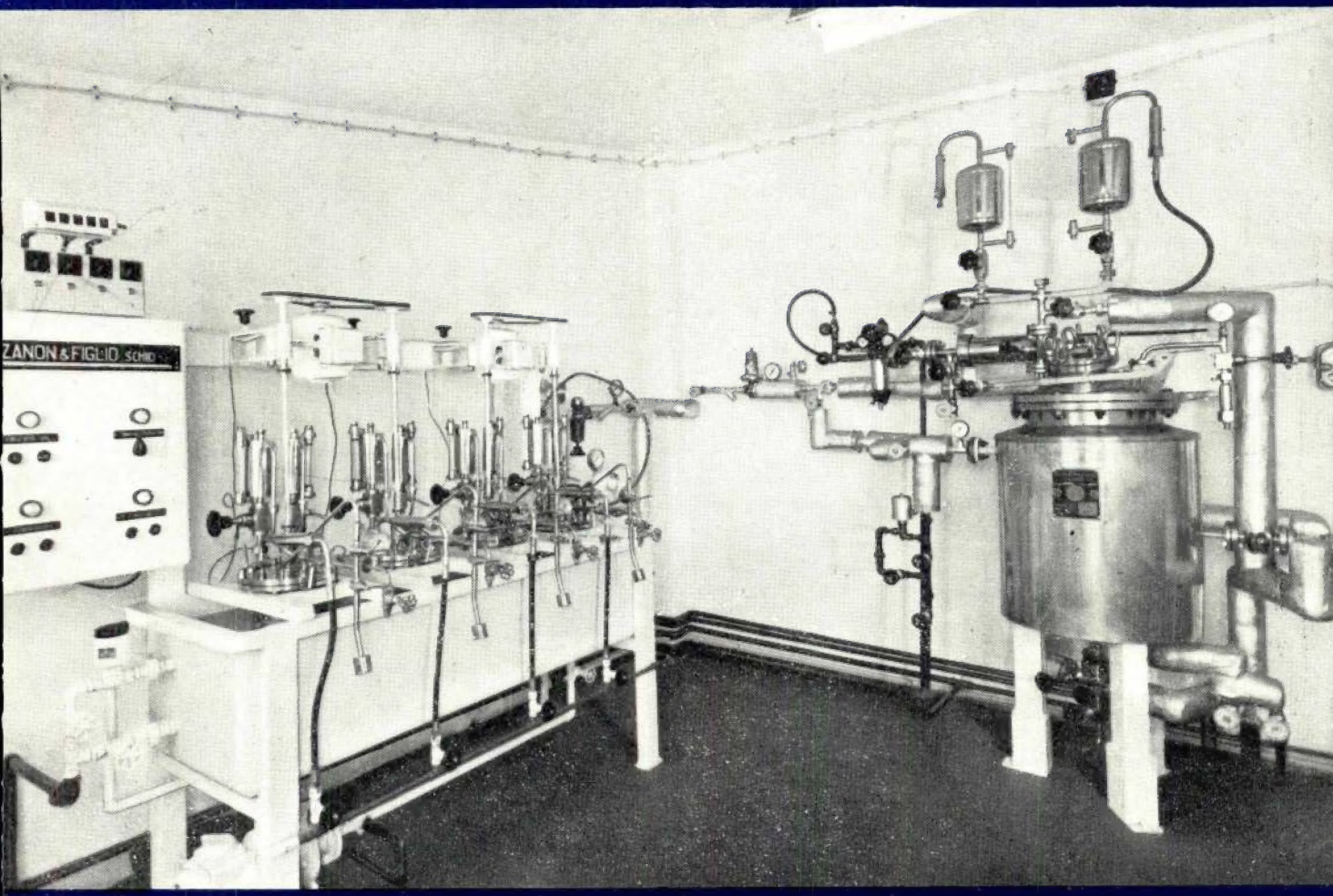
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 300 – MARÇO – 1960

CIMENTO SECIL

Fábrica:

Outão – Setúbal

Telef. 028824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

LISBOA 2

Telef. 28201/2/3

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA —— AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 – TEL 21277

MARS-LUMOGRAPH

Lembre-se das cópias heliográficas!

Se a cópia demonstra impecável nitidez, depende do material de desenho utilizado no original.

Em todo o mundo os engenheiros e arquitectos apreciam no material moderno de desenho MARS-LUMOGRAPH ao lado das suas múltiplas vantagens, especialmente a sua propriedade heliográfica. Nós temos ao dispor o material de desenho MARS-LUMOGRAPH em 19 graduações como minas, lapiseiras e lápis de desenho. As lapiseiras de desenho MARS-LUMOGRAPH já famosas fornecem-se com afia-minas próprio situado no botão de pressão.

STAEDTLER

PAPELARIA FERNANDES
S. A. R. L.
Rua do Ouro, 145/149 Largo do Rato, 13
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXIV - N.º 300 Março de 1960

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR
ALEXANDRE CERVEIRA

ADMINISTRADOR
JORGE GONÇALVES CALADO

SECRETÁRIO
HENRIQUE TELLES ANTUNES

REDACTORES
JOSÉ FERNANDO PINHARANDA
VÍTOR GRAVETO
CARLOS PENA

★

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	80$00	110$00

★

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

★

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Aspecto parcial da instalação piloto para estudos de fermentação no fabrico de antibióticos — Laboratórios Atral — Lisboa.

Págs.

Quantificação do trabalho humano
Pelo Eng.º António Gouvêa Portela 305

Unidade rápida de coincidências — Unidade utilizando um circuito de coincidências tipo Garwin, com tubos electrónicos
Por J. Figanier 317

Unidade rápida de coincidências - Circuito tipo Rossi com diódios de germânio
Pelos Eng.os H. F. Onofre Moreira e F. E. Rebelo Simões . . 325

Duques de Alba elásticos de igual resistência
Pelo Eng.º Fernando Vasco Costa 331

Estudo da capacidade de carga de pavimentos de aeródromo — Aditamento
Pelo Eng.º Rodrigo M. C. Teixeira d'Almeida 334

Tentativa para o estabelecimento duma lei geral de distribuição granulométrica das partículas resultantes da fragmentação
Pelo Eng.º Ramachondra A. Naique 335

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 360

O medidor de binário e o carburador dum motor de aviação «Wright TC-18» — Aplicação dos conhecimentos de automação
Pelo Eng.º José Dinis Faria e Maia 361

Biblioteca 373

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A — Pág.

Ad. M. Elias (Herdeiros) XXXIII
Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª XIII
A. Gestetner XXXIII
A. Johnson & Co (Portugal), Ltd. . . XXXVI
Azevedo & Pessi, Ltd. XXXII

C

Caldeiras Barès XXXVIII
Canelas & Figueiredo, Lda. XLIII
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
«Cimentol 25» XI
Companhia de Cimentos Brancos . . XII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XVI
Companhia União Fabril. XVIII
Construções Técnicas, Ltd.ª XXIX
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VI e XLII

E

E. Brunner & C.ª, Lda. XXVIII
Electro-Arco, Ltd.ª . . . . . 2.ª da capa
EFAACEC XXXI
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XXIII
Empresa Electro Cerâmica XI
Empresa de Fundações Capblanch, Lda. XXX
Empresa Nacional de Aparelhagem Eléctrica XXII
Empresa de Produtos Asfálticos. . . XIV
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos VII
Eng.º Augusto Cavaco XLIII
Estabelecimentos Herold XL

F

Fábrica Portugal II
Facto, Lda. XXIV
Fanafel XXXII

H

Harker Sumner & C.ª, Ltd. XLIII
Henriques & Castro, Ltd.ª XII

Pág.

Hidrel XXX
Hocut 201 XXXIX

J

Jayme da Costa, Lda XIX

K

Kellogg International Corporation XXXIV
Krupp XXXVII

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV

M

MAN XXVI
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XXXIX
Martin Leslie & C.ª Lda. XXVIII
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . . VIII e XLI

O

Ocidente — Importador e Exportador, Lda. XXX

P

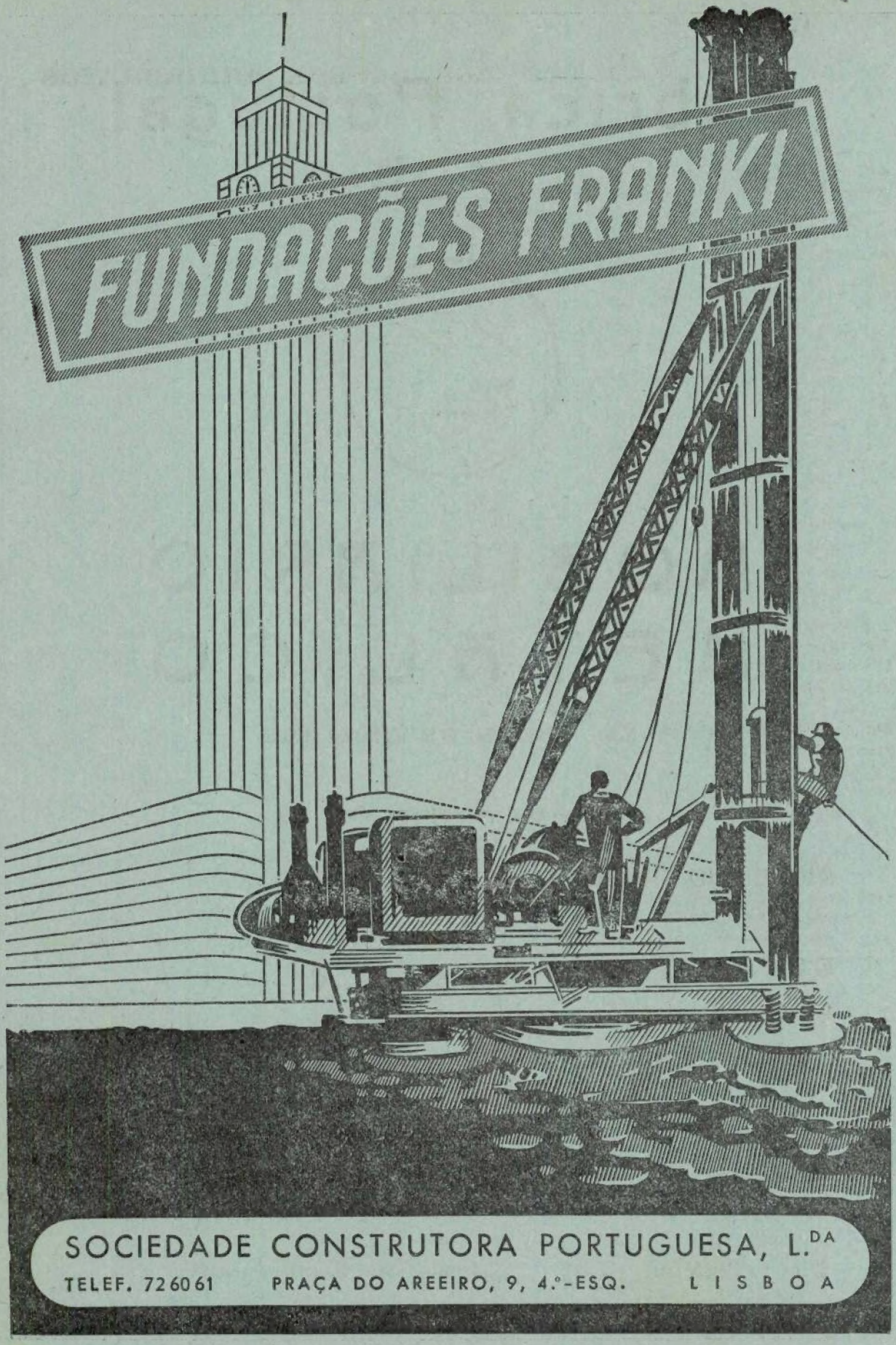
Papelaria Fernandes . . . . XXVII e 2.ª da capa
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

S

Soabal, Ltd. X
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XVII
Siemens XXI
SMEIA IV
Sociedade Comercial Romar, Lda. . XXXV
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Mobil Oil Portuguesa . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XX
Sociedade Portuguesa Cavan X
Socotel V
Sondagens Ródio, Ltd.ª X
Standard Eléctrica IX

W

Wild Portugal, Lda. XXV


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 726061 PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ. LISBOA

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

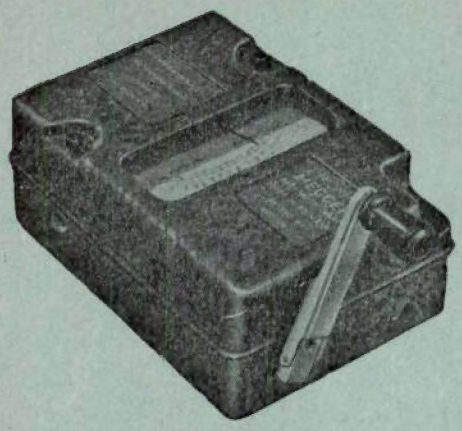
Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLINICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57



PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

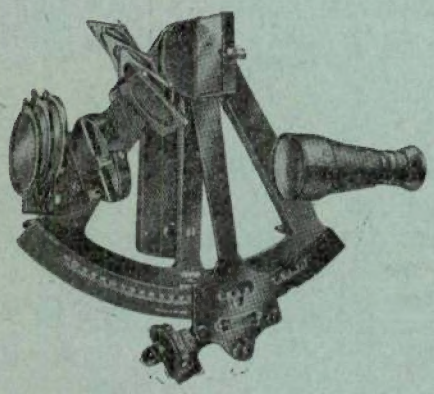
GRANDE SORTIDO
DE INSTRUMENTOS DE
PRECISÃO, CIENTÍFICOS
E INDUSTRIAIS

PARA

- ENGENHEIROS
- ARQUITECTOS
- CONSTRUTORES
- TOPÓGRAFOS
- DESENHADORES
- LABORATÓRIOS
- ESCOLAS
- OFICINAS

RUA DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75
LISBOA
TELEF.: 24314

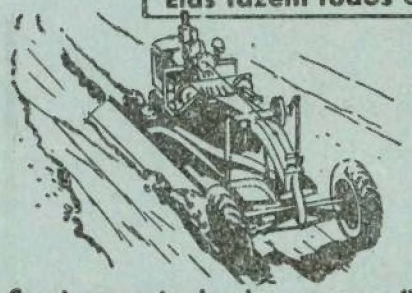
TELEG.: TECNA



A MOTONIVELADORA CAT

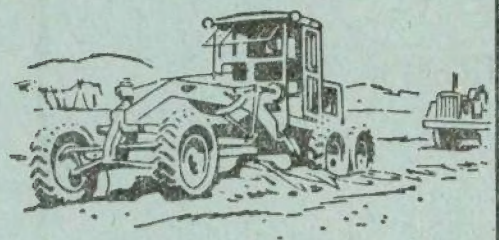
é a melhor

Elas fazem todos êstes serviços e muitos outros

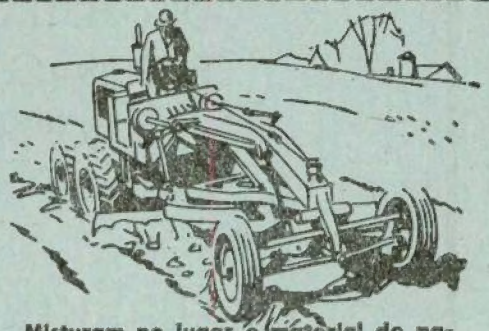


Constroem estradas do começo ao fim

Conservam e melhoram as estradas

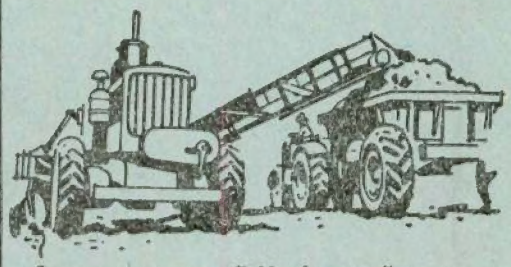


Abrem valetas ou aumentam as existentes



Misturam no lugar o material de pavimentação de estrada

Preparam terrenos para parques, para construção de prédios ou reprêsas



Carregam com eficiência vagões ou caminhões

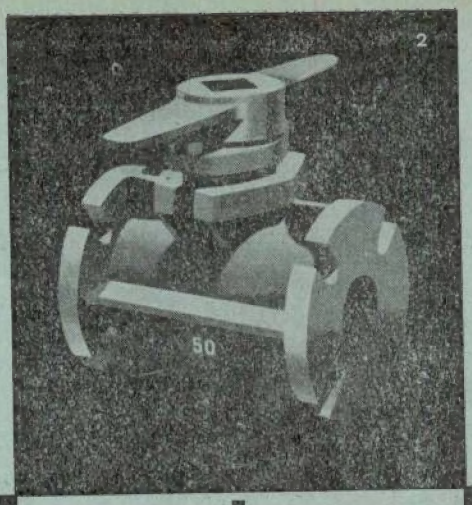
A Motoniveladora Caterpillar é a máquina mais eficiente para executar todos êstes serviços e muitos outros. Inteiramente fabricada por Caterpillar Tractor Co., é de operação muito econômica, possue completo contrôle da lâmina e a sua construção de qualidade e grande resistência permite construir estradas pelo mais baixo custo. Para informações detalhadas sôbre estas notáveis motoniveladoras, escreva, telefone ou visite o distribuidor Caterpillar de sua zona.

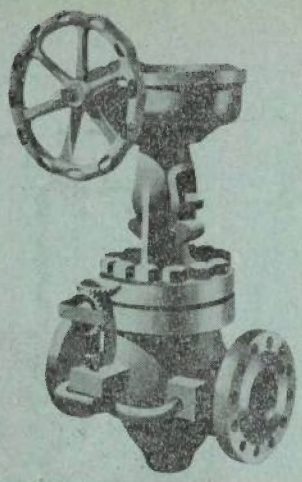
CATERPILLAR

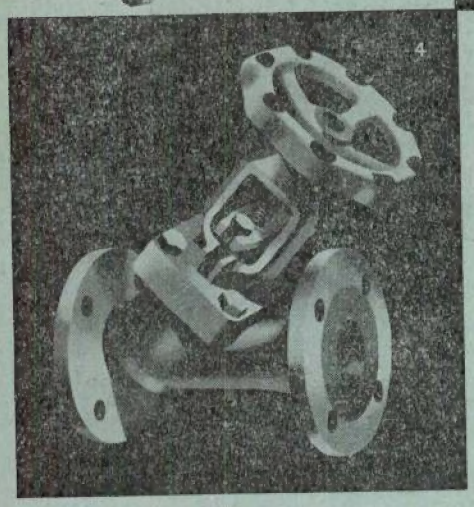
Caterpillar e Cat são Marcas Registradas de Caterpillar Tractor Co., dos E.U.A.

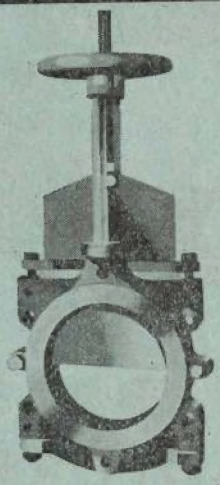
Sociedade de Mecanização Industrial e Agricola
S. A. R. L.
Av. P. Manuel da Nóbrega, 8 B LISBOA Tel. 724053-4-5

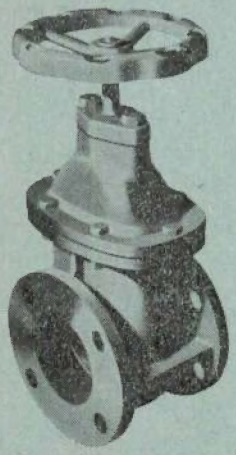
SMEIA











Válvulas indústriais para todos os fluídos, pressões e temperaturas

Fazem parte do nosso programa de fabrico:

1
Válvula de cunha PN 16, 25 e 40 atm., para água sobreaquecida, vapor e líquidos que ofereçam dificuldades de estanqueidade, para temperaturas de serviço superiores a 120 °C, em ferro fundido ou aço vazado. Estanqueidade permanente.

2
Torneira em Silacid, resistente a quási todos os ácidos empregados na indústria química.

3
Válvula de corrediça de alta pressão, para todas as pressões e temperaturas que intervenham na indústria, em aço vazado normal ou aço vazado resistindo à fluência.

4
Válvula de passagem livre para ácidos PN 10 atm. em ferro fundido ou aço vazado inoxidável resistente aos ácidos.

5
Válvula para substâncias pastosas, com aplicação na indústria da celulose e do papel assim como na indústria química.

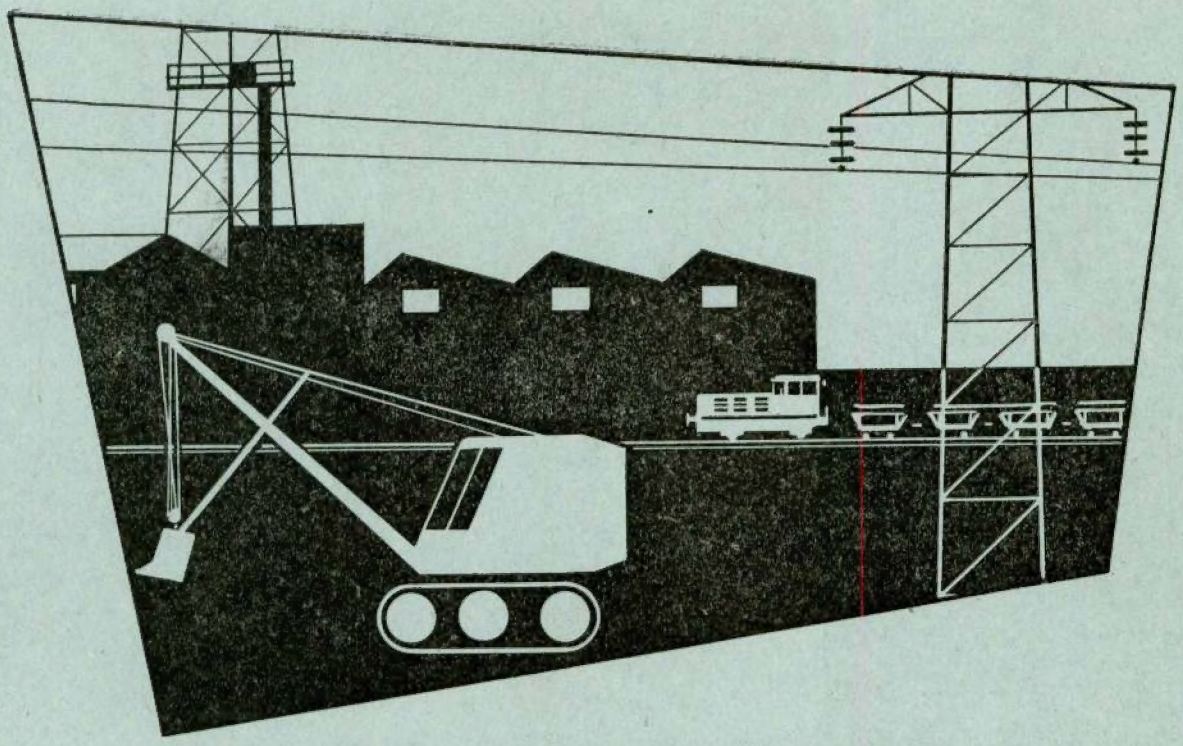
6
Válvula de membrana em borracha para todos os líquidos, em especial para os alcalis, ácidos e água. Temperaturas até 100 °C. Não tem empanque.

7
Válvula de cunha sem empanque PN 6, 10 e 16 atm. para água fria, água quente, vapor, ar comprimido, vazio e óleo, para temperaturas de serviço até 120 °C.

De Roll

Société des
Usines de Louis de Roll S.A.
Fábricas de Klus, Klus (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda.
Rua Sá da Bandeira, 651-4°. Esq.
Porto — Telef. 27013



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS. ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

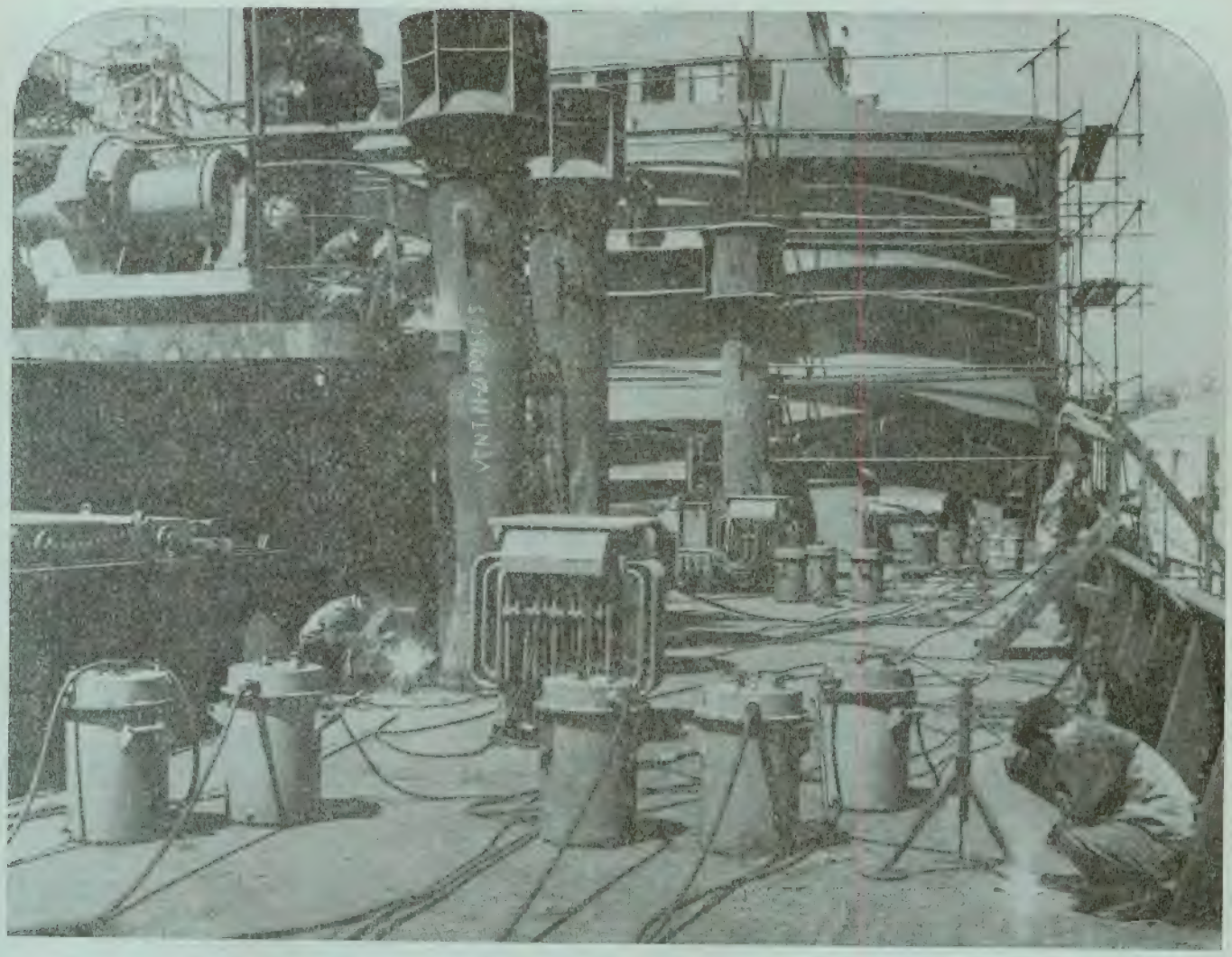
OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS · ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO

RCA
assegura as comunicações
radiotelefónicas de
BRASÍLIA
com o resto do Mundo
RCA
BRASÍLIA
BELO HORIZONTE
UBERABA
RIO DE JANEIRO
EM PORTUGAL
TELECTRA
EMPRESA TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S.A.R.L.
LISBOA
PORTO



Postos 'multi-operador' em serviço nos Estaleiros Navais de Viana do Castelo

Postos de soldadura

Eléctrodos e acessórios

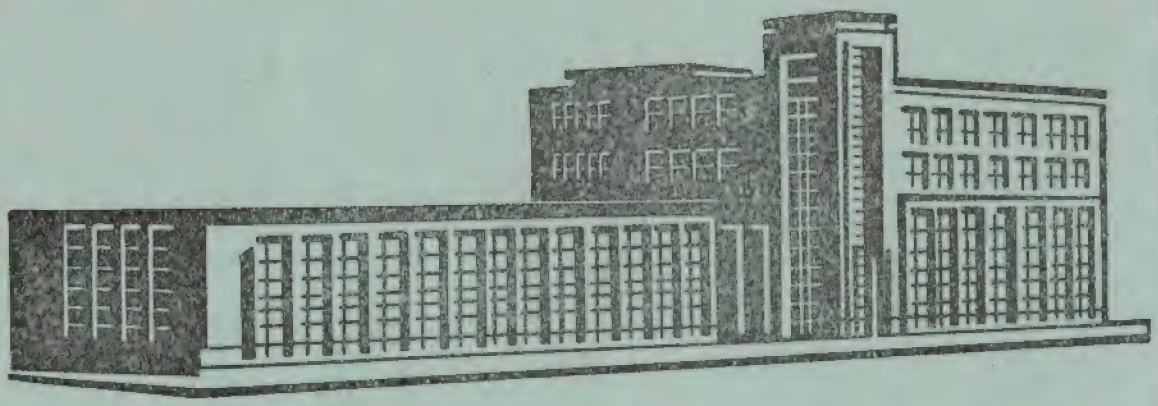
Os postos de soldaduras e eléctrodos da 'English Electric' têm a preferência do industrial exigente, em todo o mundo, pela alta qualidade dos produtos e variedade de tipos adaptáveis às inúmeras exigências da construção metalo-mecânica

'ENGLISH ELECTRIC'

THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED, QUEENS HOUSE, KINGSWAY, LONDON, W. C. 2.

AGENTES PARA PORTUGAL

MONTEIRO GOMES, LIMITADA



Standard Electrica S.A.R.L.

Associada da

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORPORATION

DE NOVA YORK

TELECOMUNICAÇÕES

ELECTRÓNICA

AV. DA INDIA — LISBOA

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

✱

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS

MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

MANILHAS PARA ESGOTOS

✱

RUA D. ESTEFÂNIA, 94-A

TELEF. 47812-50129

LISBOA

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

Telefones: 28685 - 26865 ✦ Telegramas: SETANSOL

RÓDIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

"CIMENTOL 25"

o novo produto alemão ao serviço da **Construção Civil.**

O **«CIMENTOL 25»** aumenta as resistências dos betões à flexão e à compressão, quer aos 7 dias, quer aos 28 dias, em cerca de 10 % em média.

Usado na proporção de 25 c. c. por cada saco de 50 kg de cimento, obtém-se:

— diminuição da água de amassadura;
— aumento das resistências mecânicas do betão;
— boa trabalhidade;
— facilidade de moldagem, podendo o betão ser transportado por bombas, sem segregar;
— depois do betão endurecido, superfícies lisas.

O **«CIMENTOL 25»** foi ensaiado no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, tendo-se verificado as propriedades mencionadas.

Fornecem-se amostras grátis

Representante em Portugal e Ultramar:

JORGE MILNE CARMO

Rua Frei Francisco Foreiro, 2 — 3.º D. — LISBOA Telefs. 4 32 81 e 4 48 61

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

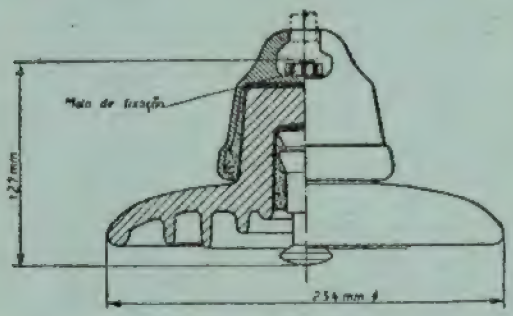
Candal — Gaia

ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos



Peso aproximado:
4,3 kg cada elemento

Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 — LISBOA

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

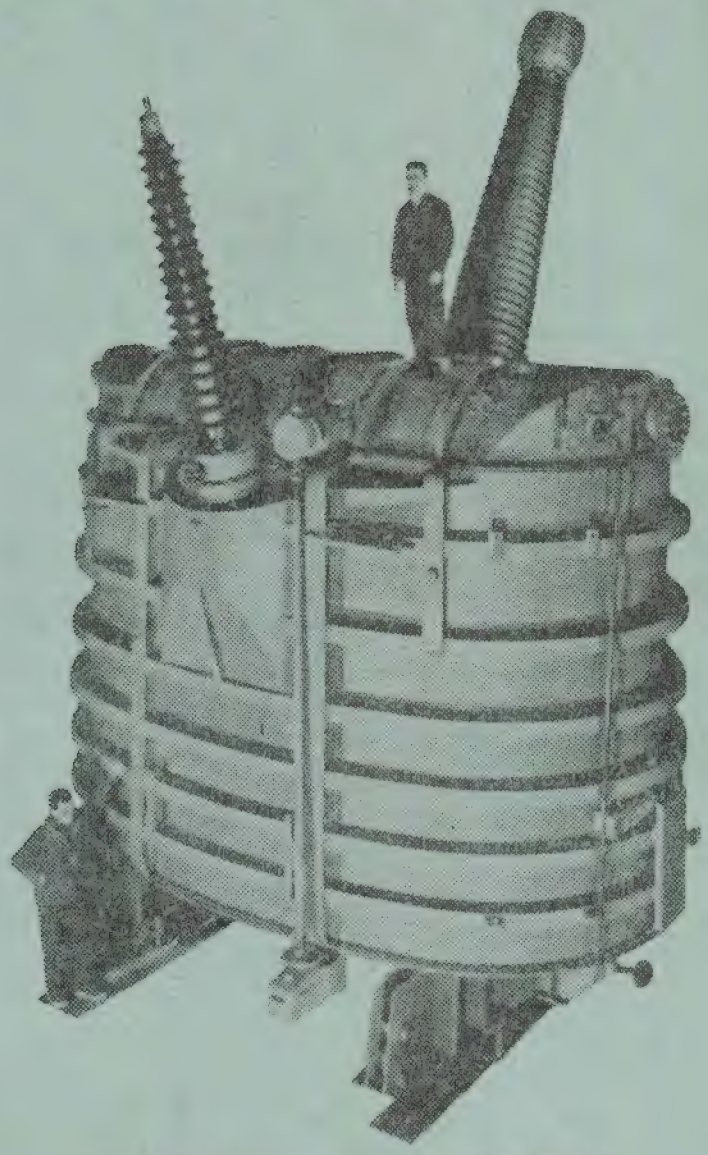
No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

SAVOISIENNE

Ateliers de Construction de Transformateurs de la

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ DE PARIS

MATERIAIS DE QUALIDADE



Transformadores de todas as potências

Referências em Portugal:

Companhia Nacional d'Electricidade • União Eléctrica Portuguesa • Estaleiros Navais de Viana do Castelo

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.º (às Côrtes) // LISBOA // Telefs. 66 06 92 - 66 60 82 - 66 06 04

Celulite

ISOLAMENTO TÉRMICO DAS CONSTRUÇÕES

PAVIMENTOS

*

TECTOS

*

PAREDES

*

CÂMARAS FRIGORÍFICAS

*

ISOLAMENTOS INDUSTRIAIS

Terraços e pavimentos isolados com CELULITE no edifício da Comp.ª de Seguros Fidelidade — P. das Águas Livres — Lisboa

SETH, LDA. ✦ RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º ✦ TEL. 73 01 56 — LISBOA

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

TELEF. 73 0156 TELEG. EPALDA — LISBOA

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS

IMPERMEABILISADOR

IMEPA

RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º - LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.

Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.

Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.

Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.

Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.

Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.

Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT

Contadores de água, de vapor e de óleo.

Tubos Venturi

Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.

Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.

Luz fluorescente.

COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

PRODUTORA DE

FERRO GUSA

FERRO LIGAS

FERRO-MANGANÊS

SÍLICO-MANGANÊS

FERRO-SILÍCIOS

15 % - 25 % - 45 % - 75 % - 90 %

CARBONETO DE CALCIO

CIANAMIDA CÁLCICA

PASTA PARA ELÉCTRODOS

E EM MONTAGEM

GRAFITE

FABRICAS
CANAS DE SENHORIM
Telefone 67222

SEDE
Largo de S. Carlos, 4-2.º — LISBOA
Telefones 25343-29608-368989

TÉCNICA

DIRECTOR: ALEXANDRE CERVEIRA
ADMINISTRADOR: JORGE GONÇALVES CALADO
SECRETÁRIO: HENRIQUE TELLES ANTUNES

Ano XXXIV - N.º 300 Março de 1960

C. D. U. 331.024.3:331.211

QUANTIFICAÇÃO DO TRABALHO HUMANO

PELO ENG.º MECÂNICO (I. S. T.) ANTÓNIO GOUVÊA PORTELA
Prof. do I. S. T.

Introdução

A não existência de uma formulação lógica que desse um apoio formal aos métodos correntes de qualificar o trabalho humano levou o signatário, há cerca de 8 anos, a sugerir uma função de relação entre o trabalho e o esforço desenvolvido para o realizar.

Com base nesse pressuposto foi então possível dar uma justificação aos métodos empíricos empregados correntemente.

A função de ligação proposta tem uma forma que corresponde aos ensaios feitos em estudos de fadiga humana em função do esforço e do tempo da sua aplicação.

Quantificação do trabalho

O salário pago, S, deve ser proporcional à *qualidade* e à *quantidade* do trabalho:

$$S = K \,.\, Q \,.\, W \tag{1}$$

sendo:

Q = a qualidade do trabalho ou nível de trabalho realizado pelo operário;

W = a quantidade de trabalho realizado pelo operário e, de certo modo, também a sua actividade.

A quantidade de trabalho, *dw*, realizada num tempo, *dt*, por um operário pode ser dada por uma expressão da forma:

$$dw = f\ (P)\ .\ dt \tag{2}$$

onde:

f (P) representa a *intensidade* ou *esforço* dispendido em cada instante e

P — é o número de unidades produzidas na unidade do tempo.

Portanto:

P — *mede os resultados* atingidos pelo operário, enquanto que

dw — *mede o esforço* dispendido para atingir os referidos resultados.

Em geral só sabemos medir P e daí inferir o valor de $\frac{dw}{dt}$. Portanto é essencial conhecer a função f (P)

Admitamos para f (P) a seguinte expressão geral:

$$f\ (P) = a + b\,.\,P + c\,.\,P^2 + d\,.\,P^3 + \ldots \tag{3}$$

e vamos ainda admitir que trabalhamos numa zona onde os termos a partir de P^3, inclusivé, são despresíveis.

Teremos então:

$$f(P) = a + b.P + c.P^2 = \frac{dw}{dt} \qquad (4)$$

Ao primeiro termo, *a*, chamaremos presença.

Ao segundo termo, *b . P*, chamaremos actividade, com o significado de Produção/unidade de tempo.

Ao terceiro termo, *c . P²*, chamaremos potencialidade do esforço do operário.

* * *

A função (4) permite a representação gráfica indicada na fig. 1 e designá-la-emos por «Curva de fadiga» em função dos «Resultados *P*».

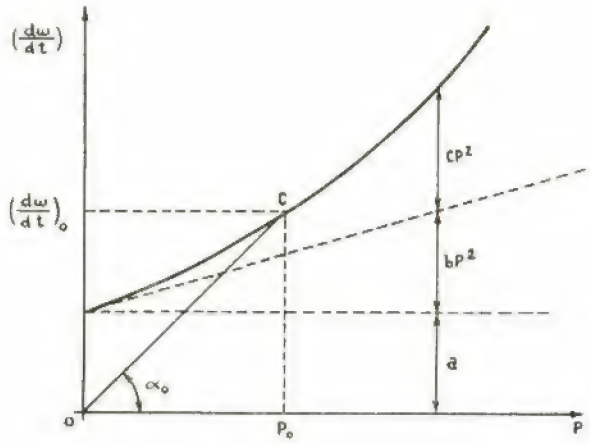


Fig. 1

O esforço normal, $\left(\frac{dw}{dt}\right)_0$, define um ponto na curva a que corresponde um Resultado Normal, P_0.

Escolheremos sempre as escalas de $\frac{dw}{dt}$ e de P de modo a verificar-se:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{\left(\frac{dw}{dt}\right)}{P_0} = 1 \quad \text{ou seja } \alpha_0 = 45^\circ$$

Fórmulas de pagamento

As fórmulas mais usadas são as que designamos por:

— fórmula G.
— fórmula G. M.
— fórmula R.

Fórmula G.

A) Vamos admitir que o cálculo de $\left(\frac{dw}{dt}\right)_0$ foi bem feito e corresponde a P_0, ou seja, na linguagem do sistema G., à actividade 100. Nesta hipótese, o coeficiente angular da recta G é dado por:

$$t_g\,\alpha = 1 \qquad \text{ou seja} \qquad \alpha = 45^\circ$$

e $\left(\frac{dw}{dt}\right)_g$ corresponde ao *salário garantido* ou *salário-base* (veja-se Fig. 2).

Na curva de salário G. é possível definir os seguintes pontos notáveis:

1; 2; 0; 3; 4

sendo *1*, *0* e *4* pontos de interferência da curva G. com a curva de fadiga.

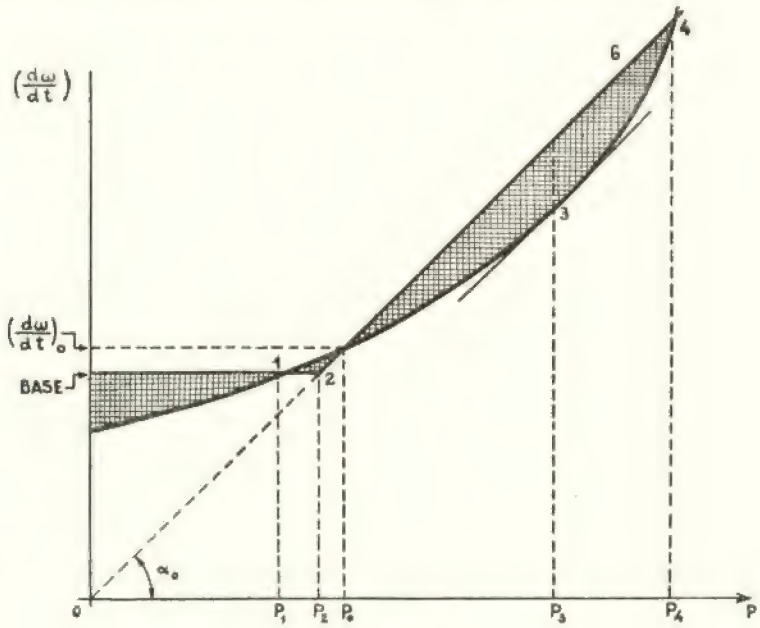


Fig. 2

Vamos agora estudar o que sucede em cada uma das regiões definidas pelos referidos pontos:

Para $P < P_1$ o esforço *avaliado* (curva G) é superior ao esforço *realizado* e, portanto, o salário pago é superior ao devido;

Para $P_1 < P < P_0$ o esforço *realizado* é superior ao valor avaliado e o salário é inferior ao devido.

Neste facto reside a justificação das dificuldades no *arranque* do sistema G, sobretudo se o cálculo está errado por defeito.

Esta é a zona *neutra* ou de indiferença.

Para $P_4 > P > P_0$: aqui realizam-se as condições da 1.ª hipótese $P < P_1$, e o operário irá procurar um ponto intermédio, P_3, onde essa diferença *seja máxima*.

Para $P > P_4$ já o operário não tem qualquer interesse e só perde em trabalhar neste ritmo.

Nota: Desde que $\left(\frac{dw}{dt}\right)_0$ esteja bem calculado, e o operário esteja trabalhando entre P_0 e P_4, embora ele tenha um ganho superior no que corresponderia ao esforço que desenvolve, o empregador consegue um custo constante da unidade de produção e o preço por peça é constante, o que é muito importante.

Para o operário, o ponto de funcionamento mais vantajoso é P_3, ponto de curva de fadiga de coeficiente angular igual ao da curva G.

B) Como o cálculo é sempre sujeito a erros, vejamos o que pode resultar desses erros.

1.º — Valor *avaliado* para P, é superior ao *real*.

Tudo se passa como se tivesse dado uma rotação à recta *G* em torno de *O*, passando G a ocupar G_1. Veja-se Fig. 3.

No caso representado na figura, todos os pontos da curva de pagamento G_1 chegam a estar acima da curva real.

Não há reclamações dos operários, mas dado que o prémio é muito elevado, o incentivo a sair da base é pequeno e então o prémio é inoperante.

Ou dá-se o extremo oposto e o prémio é operante em demasia, com futuras repercussões na saúde do operário.

Neste caso o *empregador* perde sempre até P'_4.

2.º) — Valor avaliado para P_0 é inferior ao real (Fig. 4).

Neste caso o operário é prejudicado e dificilmente «parte» (1).

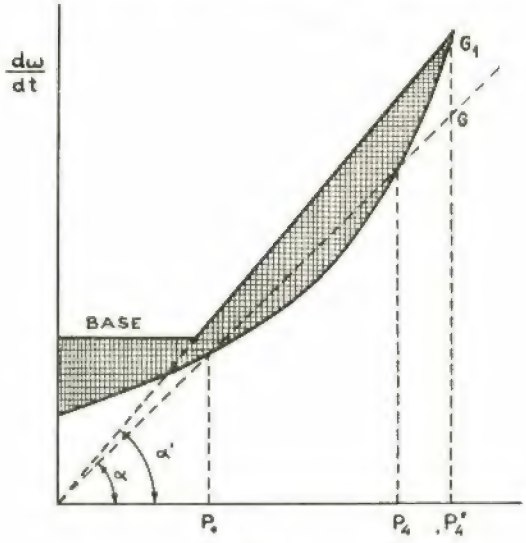


Fig. 3

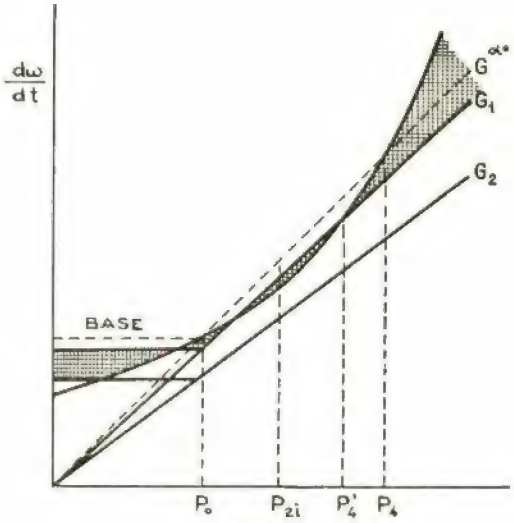


Fig. 4

Pode até ser P_2 imaginário e nesse caso perde sempre (G) e ou se aproxima de P_2, onde, apesar de tudo, perderá menos, ou então deixa-se ficar na base, em P_1.

Nesta hipótese o empregador ganha mais do que deve.

Solução a evitar cuidadosamente.

Solução G. M.

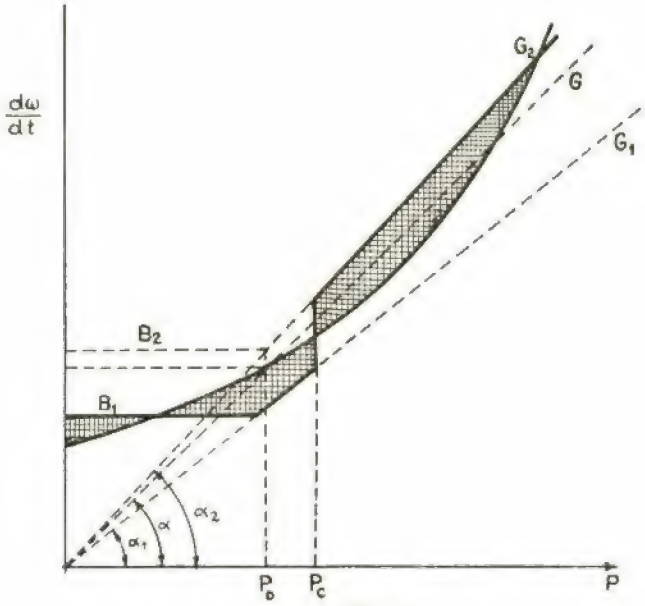


Fig. 5

(1) No sentido de começar a aumentar o seu rendimento por efeito do prémio.

Nesta solução procura-se atingir uma produção maior que P_c e então até P_c o pagamento faz-se por G_1 sendo a base B_1 e só atingindo P_c será pago por G_2.

Neste caso a base B_2 serve apenas para a contabilização das paragens.

O custo da produção só é justo (ou calculado em excesso) a partir de P_c e é inferior até lá.

Solução R.

Nesta curva o que se nota de mais notável é o recuo do ponto P e portanto o desinteresse do operário às altas produções. Pode, porém, constituir um incentivo ao arranque mais rápido com a modificação seguinte:

Fazendo $\alpha_1 > \alpha_0$ obter-se-á H^1 em vez de H.

Neste caso o arranque está assegurado. Porém, até P'_4 o pagamento é *excessivo* — porque só aí a curva de pagamento cruza a curva de fadiga.

Infinitas outras soluções poderiam ser apresentadas; contudo a solução da curva G. é *razoável*, ponderadas todas as vantagens e inconvenientes e necessitando apenas de ser aplicada com exactidão.

A curva G. M. tem interesse em todos os trabalhos onde a aprendizagem seja *demorada* e portanto onde haja a necessidade de criar *categorias* correspondendo a cada uma das classes.

Introdução da noção de ciclo

Um ciclo de operações compreende certo número de *operações* que se repetem sucessivamente.

As operações podem ser realizadas a uma cadência *limitada* ou *não* pela máquina.

Quando a cadência é *limitada*, depois de procurar encontrar para o operário outras operações a praticar enquanto a máquina *marcha*, obtendo-se assim uma maior saturação, concede-se, que os tempos de inatividade sejam pagos como se ele desenvolvesse uma actividade *normal*.

O *conceito de concessão* não introduz um erro tão grande como poderia parecer à primeira vista, em virtude do baixo coeficiente *angular* da curva de fadiga na zona $P < P_0$.

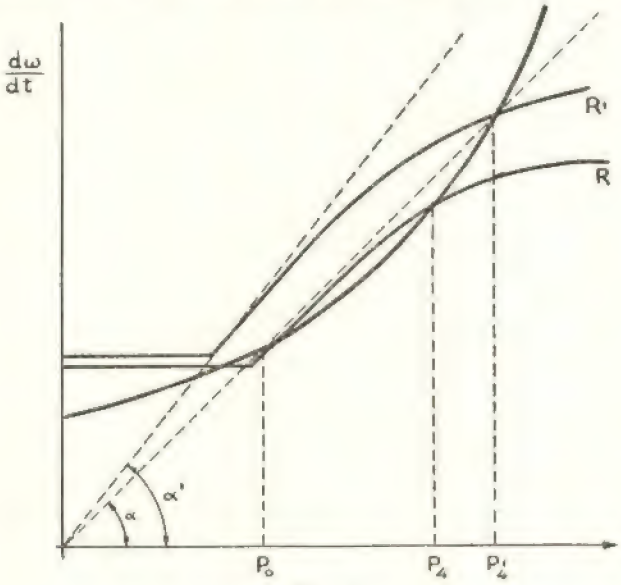


Fig. 6

Mas para o nosso problema interessa mais o caso de cadência não *limitada*, *trabalho livre*, uma vez que o outro é um caso particular, com introdução da noção de concessão.

Trabalho livre

Terminado um ciclo de operações, o operário realizou trabalhos diferentes que se traduzem por resultados, P.

A fig. 7 representa os resultados, P, em função do tempo.

A partir da curva de fadiga é possível inscrever no mesmo gráfico os valores de $\left(\frac{dw}{dt}\right)$ correspondentes, e portanto a quantidade de esforço realizado será:

$$W_C = \int_1^2 \left(\frac{dw}{dt}\right) dt$$

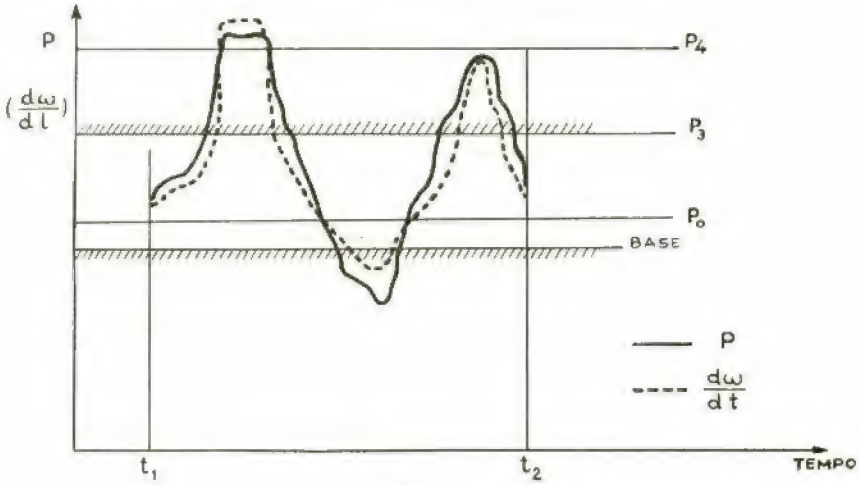


Fig. 7

Vamos agora inscrever também no mesmo gráfico, a curva de pagamento resultante de aplicação da curva de pagamento G.

Este terceiro gráfico adapta-se rigorosamente ao de *P*, com excepção dos pontos onde aquele corte a *base de salário.*

Admitiremos, como sempre, que as escalas de $\left(\frac{dw}{dt}\right)$ e P são tais que:

$$\operatorname{tg} \alpha_o = \frac{\left(\frac{dw}{dt}\right)_o}{P_o} = 1$$

e ainda que a curva G. está bem calculada.

Vamos agora comparar os dois gráficos obtidos.

Designaremos por:

$$\left(\frac{dw}{dt}\right)_{med} = \frac{\int_o^{t_1} \left(\frac{dw}{dt}\right) \cdot dt}{t_2 - t_1}$$

$\left(\frac{dw}{dt}\right)_{med}$ não coincidirá, em geral, com o valor de $\left(\frac{dw}{dt}\right)$ para $P = P_{med}$

Vamos limitar as nossas considerações ao funcionamento a partir da *base,* porque abaixo da base e em trabalho livre, tal pode considerar-se como uma marcha anormal.

Dentro da zona definida pode demonstrar-se que $\left(\frac{dw}{dt}\right)_{med}$ é mínimo para $P = P_{med}$.

Com efeito:

$$\left(\frac{dw}{dt}\right)_{med} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{dw}{dt}\right) \cdot dt}{t_2 - t_1}$$

e:

$$P_{med} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} P \,.\, dt}{t_2 - t_1}$$

mas:

$$\left(\frac{dw}{dt}\right) = a + b \,.\, P + c \,.\, P^2$$

e então:

$$\left(\frac{dw}{dt}\right)_{med} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} (a + b \,.\, P + cP^2)\, dt$$

$$= \frac{1}{t_2 - t_1} \left[a\,(t_2 - t_1) + b \int_{t_1}^{t_2} P dt + c \int_{t_1}^{t_2} P^2 \,.\, d \right]$$

$$= a + b \,.\, P_{med} + \frac{D}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} P^2 \,.\, dt$$

O primeiro e o segundo termos são constantes por hipótese; há portanto apenas que examinar o integral.

Façamos: $P_{med} = P + \varepsilon$

então:

$$\int_{t_1}^{t_2} P dt = \Delta t \,.\, P_{med} = \int_{t_1}^{t_2} (P_{med} + \varepsilon)\, dt$$

$$= \Delta t \,.\, P_{med} + \int_{t_1}^{t_2} \varepsilon\, dt$$

donde:

$$\int_{t_1}^{t_2} \varepsilon\, dt = 0$$

será:

$$\int_{t_1}^{t_2} P^2 \,.\, dt = \int_{t_1}^{t_2} (P_{med} + \varepsilon)^2 \,.\, dt$$

$$= \int_{t_1}^{t_2} P^2_{med}\, dt + 2\, P_{med} \underbrace{\int_{t_1}^{t_2} \varepsilon\, dt}_{=0} + \underbrace{\int_{t_1}^{t_2} \varepsilon^2\, dt}_{\geqslant 0}$$

e:

$$= \Delta t \,.\, P^2_{med} + \int_{t_1}^{t_2} \varepsilon^2\, dt$$

pois:

$$\int_{t_1}^{t_2} P^2_{med}\, dt = \Delta t \,.\, P^2_{med}$$

donde:

$$\int_{t_1}^{t_2} P^2 \,.\, dt \geqslant \int_{t_1}^{t_2} P^2_{med}\, dt$$

e só será igual se $\varepsilon = 0$, ou seja, $P = P_{med}$

Desta conclusão tiram-se os seguintes corolários importantes:

1.º Corolário — Não interessa ao operário dispender um esforço variável no tempo.

Com efeito, para uma dada curva de valor médio $P_{med} = \left(\frac{dw}{dt}\right)_{med}$ é mínimo quando P for constante e igual a P_{med}.

Daqui a conclusão de só interessar um trabalho regular sem pontas nem paragens (dentro do ciclo de trabalho).

2.º Corolário — Como na curva de fadiga o valor mais favorável para o operário é o ponto de funcionamento P_3, resulta que o valor mínimo minimorum é realizado quando P é constante e igual a P_3.

Este ponto coincide em geral com 1,30 de actividade (unidade G) e por isso serve, até, muitas vezes, para definir o valor 100 da actividade.

Em geral não se conhece o valor P_{med} em cada instante e portanto não é possível desenhar a fig. 7, mas é possível avaliar o *tempo normal* necessário a um *operário qualificado* para executar o ciclo a um ritmo *normal* (100), ou seja, conhecemos que o ciclo vale um *esforço normal* durante *t* segundos e portanto W_c é conhecido e daí o salário.

Com efeito:

$$W_c \text{ normal} = \left(\frac{dw}{dt}\right) P_o \cdot t$$

Nota: Comete-se um pequeno erro em não utilizar $\left(\frac{dw}{dt}\right)_{med}$, mas na prática é insignificante esse erro.

Noção de fadiga e coeficiente de repouso

Fadiga

No estudo feito anteriormente sobre *ciclos*, supusemos constante a curva de fadiga:

$$\left(\frac{dw}{dt}\right) = f\,(P)$$

quando na verdade isso não sucede.

Com efeito, na função:

$$f\,(P) = a + b\,.\,P + c\,.\,P^2$$

dependem os parâmetros *a*, *b* e *c* daquilo que designaremos por «estado de fadiga», F, no instante *t*.

O estado de fadiga depende dos trabalhos e esforços anteriormente efectuados.

Suponhamos um operário iniciando o seu trabalho e seja $\left(\frac{dw}{dt}\right)$ a curva de fadiga no instante inicial e designaremos por $\left(\frac{dw}{dt}\right)_f$ o valor de esforço que o operário pode realizar contìnuamente sem incremento do seu estado de fadiga.

O incremento do estado de fadiga será definido pela expressão:

$$\partial F = \left(\frac{dw}{dt}\right) \cdot \partial t = \left(\frac{dw}{dt}\right)_f \cdot \partial t$$

e três casos se podem dar:

1.º) — $\partial F > 0$ — o operário estará mais cansado no fim do tempo ∂t.

2.º) — $\partial F = 0$ — o operário encontra-se no mesmo estado de fadiga no fim do tempo ∂t.

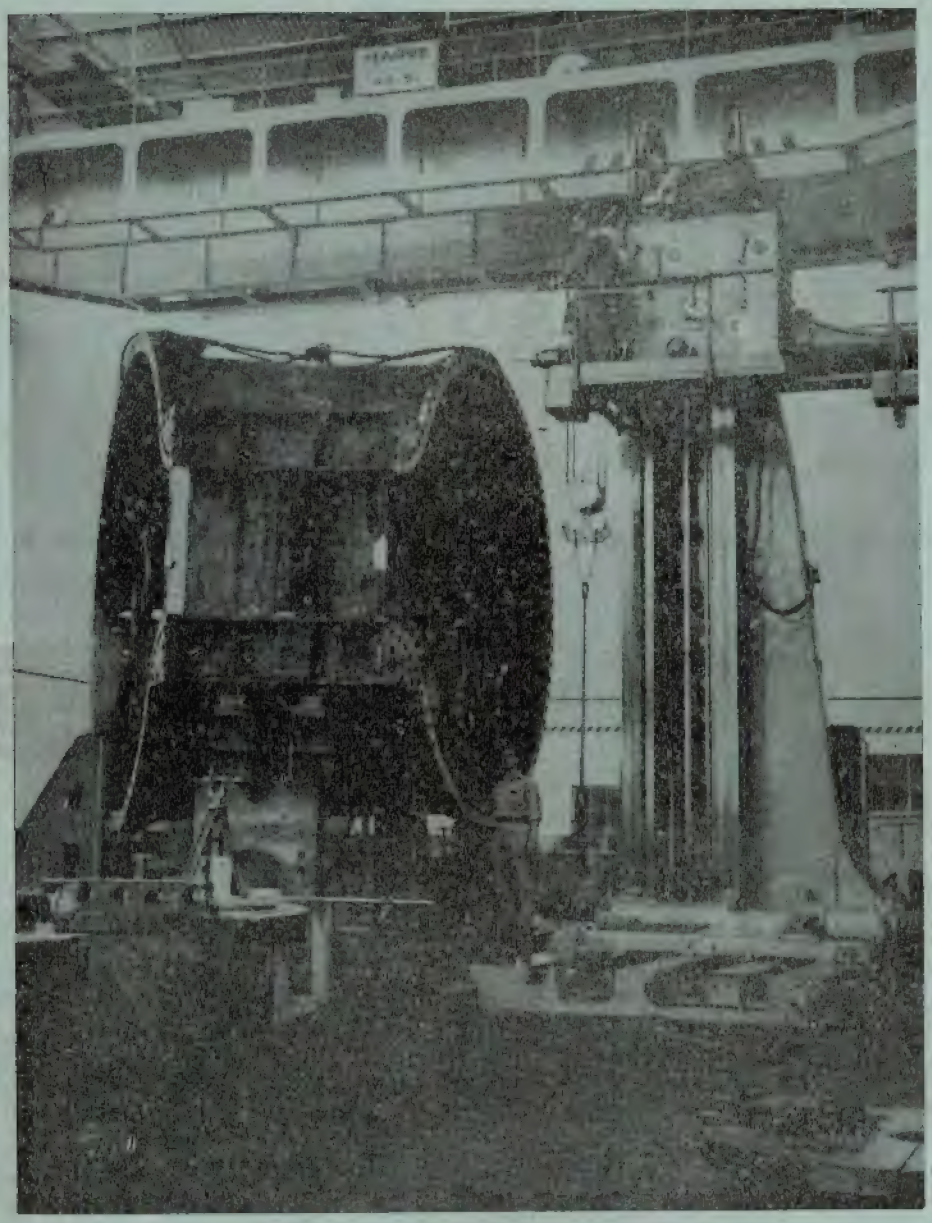
3.º) — $\partial F < 0$ — o operário encontra-se mais repousado no fim do tempo ∂t.

$\left(\frac{dw}{dt}\right)_f$ — significa o nível de esforço que pode ser desenvolvido por um operário dum modo contínuo e indefinidamente sem que o nível de fadiga sofra qualquer alteração.

Na prática, esse esforço é interrompido ao fim de 4 horas e portanto $\left(\frac{dw}{dt}\right)_f$ será o nível de esforço que pode ser desenvolvido por um operário durante 4 horas sem alteração do seu nível de fadiga.

MAGUE

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS MAGUE, L.DA
(S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA)
Alverca — Portugal



Sector do Ante-Distribuidor de uma das 3 Turbinas «Francis», de 80.000 CV, destinadas à Central de Miranda do Douro

•

PROJECTO E FABRICO DE
PONTES ROLANTES
GUINDASTES
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS
APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS
CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

COMPORTAS
TURBINAS
CONDUTAS FORÇADAS
BLINDAGENS

DIVISÃO METALO-MECÂNICA

COMPANHIA UNIÃO FABRIL

AVENIDA 24 DE JULHO, 170—LISBOA

comporta da barragem do Maranhão construída pela companhia união fabril

Coeficiente de repouso

Em geral verifica-se ser $\partial F > 0$ e uma situação destas não pode manter-se indefinidamente (ou, na prática, durante 4 horas) e por isto se mostra que é necessário prever períodos de repouso, ou seja, um tempo ∂t_R durante o qual o operário nada produz ($P = 0$), tal que:

$$\left(\frac{dw}{dt}\right) . \partial t + \left(\frac{dw}{dt}\right) P = 0 . \partial t = \left(\frac{dw}{dt}\right)_f \times (\partial t_R + \partial t)$$

sendo:

$\left(\frac{dw}{dt}\right)_{P=0}$ $\frac{dw}{dt}$ para $P = P_c$, e, em geral não será nulo.

Fazendo:

$\partial t_R = \alpha . \partial t$ e substituindo temos:

$$\left(\frac{dw}{dt}\right) . dt + \left(\frac{dw}{dt}\right)_{P=0} . \alpha . dt = \left(\frac{dw}{dt}\right)_f \times (1 + \alpha) . \partial t$$

Esta expressão dá-nos um *critério para definir* ∂t_R e, portanto, o coeficiente de repouso.

Fadiga acumulada

Supôs-se, ao estudar os ciclos, que a *curva de fadiga* era imutável, ou seja, em:

$\frac{dw}{dt} = a + bP + cP^2$ os parâmetros *a*, *b* e *c* eram constantes.

Tal facto porém não é exacto, como já vimos, e a curva de fadiga depende do NÍVEL DE FADIGA do operário, quer dizer, *a*, *b* e *c* não são constantes.

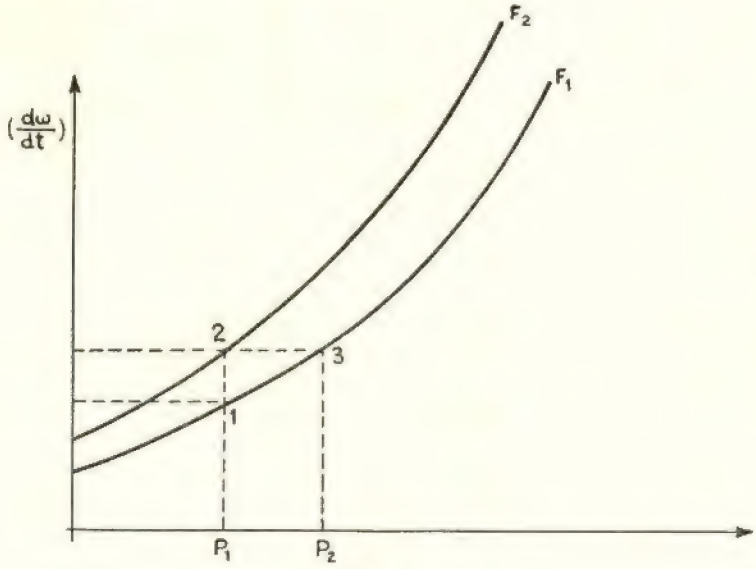


Fig. 8

Na figura 8 está representada a curva de fadiga F_1 válida no tempo t_o e F_1 a nova curva de fadiga, válida no tempo $(t_o + \Delta t)$.

F_2 resulta de F_1 em consequência de durante o tempo Δt o operário ter praticado esforços que elevaram o seu nível de fadiga de ΔF.

Reparar que o esforço necessário à execução da mesma tarefa P_1 é agora $\left(\frac{dw}{dt}\right)_3$ em vez de $\left(\frac{dw}{dt}\right)_1$ e além disso o esforço $\left(\frac{dw}{dt}\right)_2$ produziria resultados P_2 se o operário não tivesse aumentado o seu nível de fadiga durante o intervalo de tempo Δt.

Assim $(P_2 - P_1)$ representa a diminuição de produtividade em consequência do aumento do nível de fadiga ΔF.

Vamos estudar agora, de um modo mais detalhado, o fenómeno de *acumulação de fadiga*.

Sejam dados: — uma curva de fadiga num certo instante que designaremos por:

$$Y^0 = \left(\frac{dw}{dt}\right)^0$$

— o gráfico da variação de P em função do tempo t (Fig. 9).

A partir de Y^0 e do referido gráfico podemos traçar Y^0 em função do tempo.

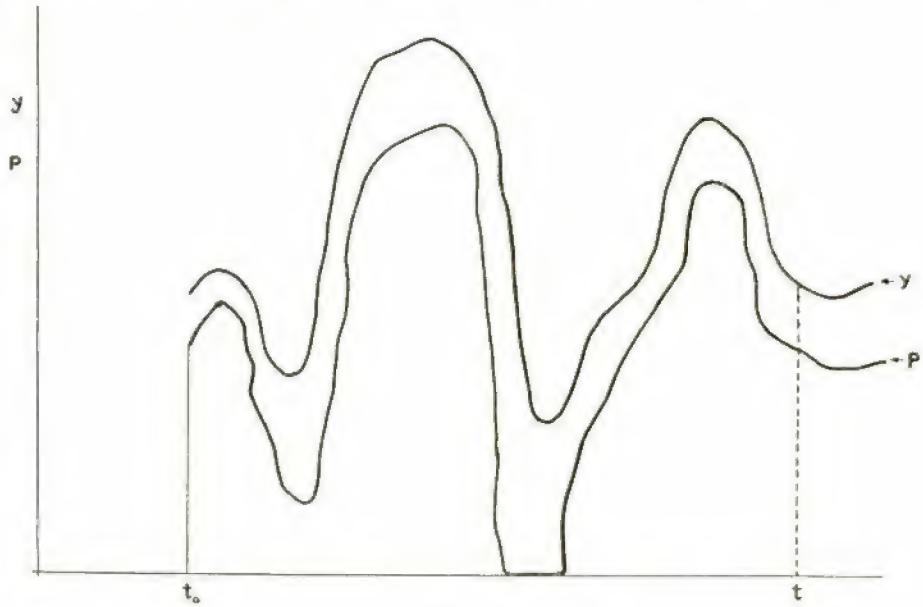


Fig 9

Dividamos o intervalo $(t_1 - t_0)$ em intervalos iguais δ_t tal que:

$$\mu \delta t = t_1 - t_0 = \Delta t$$

1.º intervalo — O trabalho realizado durante o 1.º intervalo será

$$\delta W_i = Y^0_i \, . \, \delta t$$

sendo Y^0_i o esforço do operário no 1.º intervalo.

Se for Y_0 o esforço básico que o operário pode realizar sem variação do seu nível de fadiga, a *fadiga* ao fim do 1.º intervalo será:

$$\delta F_1 = Y^0_i \, . \, \delta t = Y_0 \, . \, \delta t$$

A este incremento de fadiga δF_1 vai corresponder uma alteração para a própria função

$$Y = a + b \, . \, P + c \, . \, P^2 \text{ ou seja de } a, b \text{ e } c$$

Não nos propomos apresentar qualquer tese *«apriorística»*, sobre o modo dessa alteração, mas designaremos por Y, a nova função e faremos:

$$Y' = Y^o + \varepsilon'$$

Sendo ε' um função de ∂F_1, admitiremos ùnicamente as seguintes hipóteses óbvias:

Se $\partial F_1 > 0$	será	$\varepsilon' > 0$
$\partial F_1 = 0$		$\varepsilon' = 0$
$\partial F_1 < 0$		$\varepsilon' < 0$

2.º intervalo — O trabalho realizado durante o 2.º intervalo será:

$$\partial w^2 = Y_2^i \,.\, t = Y_2^o \,\partial t + \varepsilon_2 \,.\, \partial t$$

e a fadiga correspondente será:

$$\partial F_2 = Y_2^o \,.\, \partial t + \varepsilon_2' \,\partial t - Y_o \,\partial t =$$

$$(Y_2^o - Y_o)\,\partial t + \varepsilon_2' \,.\, \partial t$$

e como para o 1.º intervalo, faremos:

$$Y'' = Y^o + \varepsilon' + \varepsilon^2$$

sendo ε^2 definido de um modo semelhante àquele já utilizado para ε^1 e assim sucessivamente.

Dum modo geral será:

$$Y^k = Y^o + \sum_1^k \,.\, \varepsilon^i$$

a curva de fadiga ao fim do tempo:

$$t = t_o + K \,.\, \partial t_o$$

O trabalho realizado no intervalo $\Delta t = t_1 - t_o$ será dado pela expressão:

$$\Delta w = \sum_1^{\mu} y_i^o \,.\, \partial t + \sum_1^{\mu-1} \varepsilon_{\mu-1}' \,\partial t + \sum_1^{\mu-2} \varepsilon_{\mu-2}' \,.\, \partial t + \ldots + \sum_1 \varepsilon_2^i \,.\, \partial t$$

$$= \sum_1^{\mu} y_i^o \,.\, \partial t + \sum_2^{\mu} \varepsilon_{x-1}' \,.\, \partial t + \sum_3^{\mu} \varepsilon^2 \,.\, \partial t + \ldots + \sum_{\mu}^{\mu} \varepsilon_{\mu}^{\mu-1} \,\partial t$$

$$= \sum_1^{\mu} y_i^o \,.\, \partial t + \sum_2^{\mu} \varepsilon' \,.\, \partial t + \ldots + \sum_{k=i}^{\mu} \varepsilon_k^{i-1} \,.\, \partial t + \ldots + \varepsilon_k^{\mu-1}$$

Ora $\sum_i^n Y_i^o \,.\, dt$ é a expressão do trabalho não entrando em linha de conta com o problema das fadigas acumuladas (alteração da curva de fadiga), e a diferença entre o *cálculo exacto do trabalho* Δw e o cálculo aproximado sem acumulação de fadigas

$$(\sum_i^n \overset{o}{Y}_i \,.\, \partial t)$$

é exactamente a expressão

$$(A)\ \sum_2^{\mu} \varepsilon_i^1 \,.\, \partial t + \sum_3^{\mu} \varepsilon_i^2 \,.\, \partial t\, t \ldots + \sum_{k=i}^{\mu} \varepsilon_k^{i-1} \,.\, \partial t + \ldots + \varepsilon_{\mu}^{\mu-1}$$

Vamos agora estudar a expressão (A):

1.º) — Reparar que a influência dos termos ε' é tanto maior quanto mais baixo for o índice *i*. Assim se $\varepsilon^i_{i+1} = \varepsilon^k_{k+1}$, a influência de ε^i será maior do que ε^k se $i < k$.

2.º) — Cada termo *i* intervem a partir do tempo i. δt e daí para diante nunca mais deixará de influir no esforço a realizar pelo operário.

3.º) — Na expressão (A) fica imprimida a história dos esforços realizados pelo operário ao longo do período de trabalho.

Alguns corolários práticos podem ser tirados:

a) — Se for possível ao operário escolher a melhor *sequência* de esforços dentro dum intervalo dado, aquele deveria escolher os esforços por ordem crescente.

b) — A ordem inversa (decrescente) daria a fadiga máxima.

c) — O trabalho deverá ser executado como uma *corrida de fundo*, onde só no fim é admissível um sprint.

d) — É necessário prever um *coeficiente de repouso*, intercalando períodos de descanso, com o fim de baixar a *curva de fadiga*.

Isto é preferível, a tentar economizar o tempo que se perde com o descanso.

e) — O operário fogoso cansa-se ao fim de algum tempo, aparenta de início ter produzido muito, mas termina em ritmo arrastado, se não fôr obrigado a parar.

f) — O que mais interessa é o trabalho regular, como já vimos no estudo dos ciclos, e se possível em regime óptimo.

Resumo

De tudo quanto se disse até agora tiram-se algumas conclusões técnicas que interessam ao esclarecimento do problema, mas sobretudo formula-se um questionário a resolver pela Medicina no Trabalho.

Com efeito:

a) — Há toda a conveniência em conhecer $\left(\frac{dw}{dt}\right)$ e esta curva pode ser tentada, como aliás se faz hoje em medicina desportiva.

Este seria um problema a entregar à *Medicina no Trabalho*, como se diz acima, que poderiam estudar um método experimental que medisse o esforço em função dos resultados.

b) — Se possível, os mesmos Serviços de Medicina poderiam estabelecer outras curvas para outros níveis de fadiga.

c) — Estabelecer o valor de $\left(\frac{dw}{dt}\right)_f$ valor *básico* no estudo do problema das fadigas acumuladas.

Verificando se $\left(\frac{dw}{dt}\right)_f$ é constante ao fim de grandes intervalos de tempo ou se varia também com a história dos esforços realizados.

d) — Definir um índice fisiológico que represente dum modo geral o *nível de fadiga*.

Em resumo, é necessário fazer entrar a Medicina no Trabalho, na função de alguns parâmetros fundamentais usados nos Serviços de Organização.

Como tem sido resolvido o problema até aqui?

Fundamentalmente, a resolução do problema assentou em dois apoios:

a) — Num conjunto de dados e de informações recolhidas através de muitos anos de observações e experiências e que foram acumuladas.

b) — No facto de o Sistema se aplicar a oficinas e operários que já estão operando e, portanto, a que há apenas que introduzir uma *correcção*.

JAYME DA COSTA, L.DA
LG
LANDIS & GYR
APARELHOS PARA
REGULAÇÃO TÉRMICA

UNILENE

Os tubos de polietileno «UNILENE», os seus acessórios de plástico «UNI-PLAST» e o seu processo de montagem e soldadura estão aprovados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, para:

CANALIZAÇÕES DE ÁGUA — Proc. 217-III

E

CANALIZAÇÕES DE ESGOTO DOMÉSTICO — Proc. 228-III

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Telef. 5 26 71

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Telef. 2 04 48

COIMBRA
AV. FERNÃO DE MAGALHÃES, 282
Telef. 2 69 84

C. D. U. 621.39.015.7

UNIDADE RÁPIDA DE COINCIDÊNCIAS

Unidade utilizando um circuito de coincidências tipo Garwin, com tubos electrónicos

J. FIGANIER

do Centro de Estudos de Electrónica
da C. E. E. N.
Assistente do I. S. T.

O Centro de Estudos de Electrónica da C. E. E. N. apresenta os primeiros resultados experimentais sobre unidades rápidas de coincidências com tempos de resolução da ordem de 10^{-9} s. Este trabalho faz parte dum programa de estudo, construção de protótipos e correspondente aferição que se integra num plano de colaboração com o Laboratório de Física da Junta de Energia Nuclear.

No presente artigo descreve-se uma unidade de coincidências em que se utiliza um circuito de coincidências de dois canais tipo Garwin, com tubos electrónicos. Verificou-se que o tempo de resolução da unidade era de 2×10^{-9} s ou possìvelmente inferior.

1 — Introdução

As necessidades actuais de experimentação em Física Nuclear e Subnuclear têm levado nestes últimos anos à construção de unidades de coincidências capazes de resolver impulsos eléctricos muito breves separados por intervalos de tempo tão curtos quanto seja compatível com os tempos de subida característicos dos detectores e amplificadores associados.

Os tempos de subida de detectores de cintilações associados a fotomultiplicadores (1) estão compreendidos entre 10^{-8} e 10^{-9} s ou são mesmo um pouco menores, os tempos mais curtos correspondendo a impulsos obtidos num dos dinódios intermédios do fotomultiplicador; a duração dos impulsos é bastante maior — 10^{-7}, 10^{-8} s são valores típicos — mas pode ser muito reduzida por técnicas utilizando cabos em curto-circuito (2). Deste modo, as unidades de coincidências, para utilizarem completamente as possibilidades daqueles detectores, devem: (i) ser sensíveis a impulsos de durações da ordem de 10^{-8} a 10^{-9} s, e (ii) ser capazes de resolver impulsos separados por intervalos de tempo desta mesma ordem de grandeza ou mesmo um pouco menores. Vários circuitos satisfazendo a estas condições já têm sido descritos (3).

* * *

O tempo de resolução dum circuito de coincidências será o menor intervalo de tempo que deve medear entre dois impulsos de entrada para que ainda sejam resolvidos pelo circuito. Uma definição mais rigorosa exigirá uma convenção prévia sobre certos factores de forma (duração, tempo de subida, etc.) dos impulsos; não se tenta aqui estabelecer tal definição visto que não só os primeiros resultados obtidos com o circuito de coincidências descrito neste artigo não justificam tal

---

(1) Revista da situação em 1952 no resumo do «Scintilation Counter Symposium» em Washington, Janeiro 1952 em Nucleonics *10*, n.º 3, pág. 32 (Março 1952).

V. também lista de fotomultiplicadores comerciais em: J. Sharpe, Nucleonics *17*, n.º 6, pág. 82 (Junho, 1959).

(2) Uma descrição interessante duma técnica deste tipo em que os cabos são terminados não por curto-circuitos mas por resistências criteriosamente escolhidas é dada em: R. Madey, Rev. Sci. Instr. *26*, n.º 10. pág. 971 (1955 .

(3) Um ensaio de classificação dos circuitos de coincidências e bibliografia são dados em: Bell, Ann. Rev. of Nnclear Sci., *4*, págs. 101 ff (1954).

rigor, como, além disso, os ensaios foram todos conduzidos com o mesmo gerador de impulsos, garantindo-se assim — pelo menos em princípio — impulsos sempre iguais, excepto no que diz respeito à sua amplitude e duração, factores estes de que o gerador permitia dispor. Por outro lado o tempo de resolução do circuito de coincidências dependerá em geral dos circuitos que se lhe seguem, em especial do nível de discriminação imposto ao impulso de saída.

A medida do tempo de resolução duma unidade de coincidências pode efectuar-se a partir de duas fontes incoerentes de impulsos (4) e registando o número de coincidências obtido num dado intervalo de tempo (5), método este que se torna pouco praticável para tempos de resolução muito curtos; ou ainda pelo traçado de curvas de resolução, em que se representa a amplitude do impulso de saída resultante da entrada de dois impulsos separados por um intervalo de tempo conhecido e variável (6).

2 — Descrição do circuito rápido de coincidências e descriminador

O circuito rápido de coincidências aqui descrito é análogo ao circuito de coincidências de Rossi tal como foi modificado por Garwin (7), em que os impulsos provenientes de dois canais distintos são uniformizados (por limitação) e adicionados sobre um elemento comum não linear; aqui a limitação é obtida levando ao corte a secção do tubo em que termina cada canal e o elemento comum é a carga de placa comum às duas secções do tubo — fig. 1.

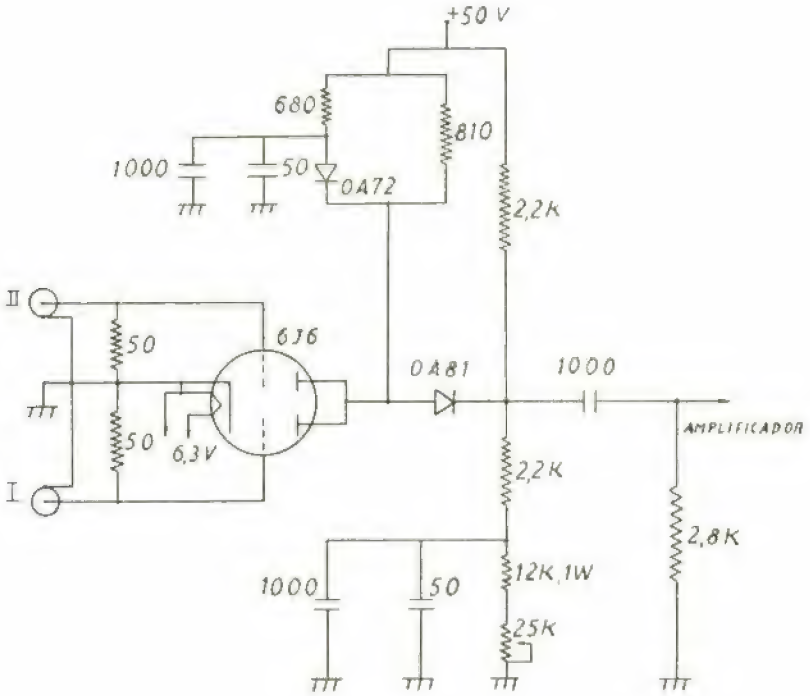


Fig. 1

— Resistências de composição 1/2 W
— Condensadores em pF, de papel (1000 pF) e cerâmicos (50 pF)
— Massas todas feitas no cátodo do tubo

(4) Está-se a admitir o caso mais simples de se tratar duma unidade de coincidências de dois canais.
(5) V. «Beta- and Gamma — Ray Spectroscopy». págs. 202 ff (A. C. G. Mitchell) (1955).
(6) Método discutido entre outros por: Z. Bay, Rev. Sci. Instr., 22, n.º 6, pág. 397 (1951).
(7) R. L. Garwin, Rev. Sci Instr., 24, n.º 8, pág 618 (1953).

Preferiu-se o circuito de Garwin — elemento comum não linear — ao circuito de Rossi — elemento comum constituído ùnicamente por uma resistência — dado que a relação da rejeição [8] do primeiro é superior à do segundo, facto este que facilita a descriminação e o funcionamento do amplificador associado à unidade. Efectivamente, para impulsos de durações da ordem de 10^{-9} s (i) a discriminação por diódios de germânio não é completa, e (ii) o amplificador responde sensìvelmente do mesmo modo a impulsos de durações diferentes mas de momentos (amplitude média x duração média) análogos, não permitindo, deste modo, com uma relação de rejeição pequena, distinguir entre um impulso de saída resultante duma coincidência perfeita e um impulso de saída resultante da entrada de dois impulsos separados por um intervalo de tempo em ordem de grandeza igual à sua duração.

Por outro lado, o circuito de coincidências foi projectado de modo a ter-se um tempo de resolução tão curto quanto possível; assim: (i) escolheu-se um tubo (6J6, duplo tríodo) cuja estrutura permite a sua utilização em frequências elevadas, e que apresenta ainda uma transcondutância razoável (5 mA/V) e uma capacidade de saída baixa (0,4 p F); (ii) a carga comum de placa tem uma resistência equivalente baixa, ainda que compatível com um impulso de saída razoável (alguns décimos de V, medido com um oscilógrafo Tectronix 545, amplificador tipo 53/54 K, sonda 10 x, e em presença do discriminador, para a coincidência de dois impulsos de entrada de 2×10^{-9} s de duração e cerca de 3 V de amplitude, medidos como para o impulso de saída), e com uma relação de rejeição aceitável (da ordem de 0,7); (iii) tomou-se como ponto comum do circuito o cátodo comum às duas secções do tubo.

* * *

A discriminação de amplitude do impulso de saída do circuito de coincidências é feita por um diódio de germânio de ponto-contacto colocado em série e convenientemente polarizado.

3 — Amplificador

Ao discriminador segue-se um amplificador destinado não só a aumentar a amplitude dos impulsos de saída do discriminador, como também a aumentar a sua duração de modo a torná-los suficientes para actuar um contador normal. A solução adotada de momento consiste numa série de andares de amplificação com constantes de tempo progressivamente crescentes.

4 — Processo experimental de traçado das curvas de resolução da unidade de coincidências

Para determinar o tempo de resolução da unidade de coincidências (circuito de coincidências, discriminador e amplificador) traçaram-se curvas de resolução para várias durações dos impulsos de entrada. Utilizou-se para isso a montagem esquematizada na fig. 2.

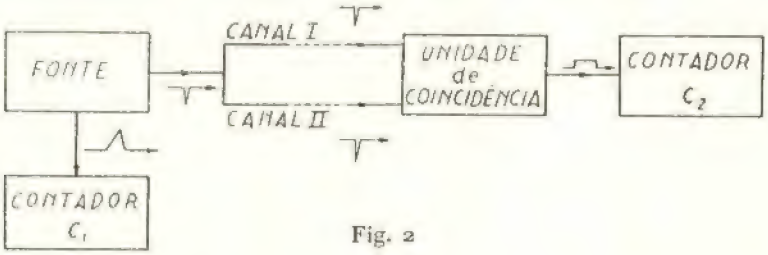


Fig. 2

(8) Relação de rejeição $= \frac{E_c - E_i}{E_i}$

em que

E_c: amplitude do impulso de saída resultante duma coincidência

E_i: amplitude do impulso de saída resultante dum impulso de entrada isolado (impulsos de entrada uniformizados)

Nesta montagem a fonte de impulsos foi um gerador construído no Laboratório e já descrito [9], modificado de modo a ter duas saídas em paralelo, formando-se assim os dois canais necessários para os ensaios da unidade. Este gerador é particularmente conveniente para estes ensaios visto que (i) fornece impulsos com tempo de subida presumìvelmente inferior a 10^{-9} s; (ii) é extremamente versátil no que diz respeito à amplitude e duração dos impulsos; (iii) é fàcilmente reproduzível. Apresenta no entanto algumas desvantagens entre as quais avulta uma notável instabilidade dos impulsos possìvelmente devida à estrutura complexa e ràpidamente variável do arco.

* * *

Com a montagem esquematizada na fig. 2, as curvas de resolução foram traçadas comparando o número (N_2) de contagens de coincidência registadas pelo contador C_2 com o número (N_1) de impulsos formados no gerador [10] para diferentes atrasos introduzidos num e no outro canal por comprimentos de cabo diferentes. Cada curva foi traçada para uma polarização do diódio do discriminador escolhida de modo a (i) registar um número de contagens de coincidência igual ao número de impulsos formado no gerador para a coincidência exacta dos impulsos nos dois canais, e (ii) não registar qualquer contagem de coincidência para impulsos separados por intervalos de tempo um pouco superiores à sua própria duração. Verificou-se ser sempre possível proceder-se assim desde que a duração dos impulsos fosse $> 10^{-9}$ s; para impulsos de menor duração a estabilidade do conjunto experimental não era suficiente para se obterem resultados reproduzíveis.

Para cada ponto destas curvas foram feitas várias contagens sucessivas, em geral 10 contagens de cerca de 5000 toques cada (no gerador), aumentando-se o número de contagens nos pontos correspondentes aos flancos das curvas, onde a instabilidade do conjunto experimental se fez mais sentir. Não houve possibilidade de distinguir se essa instabilidade seria só devida a outros elementos

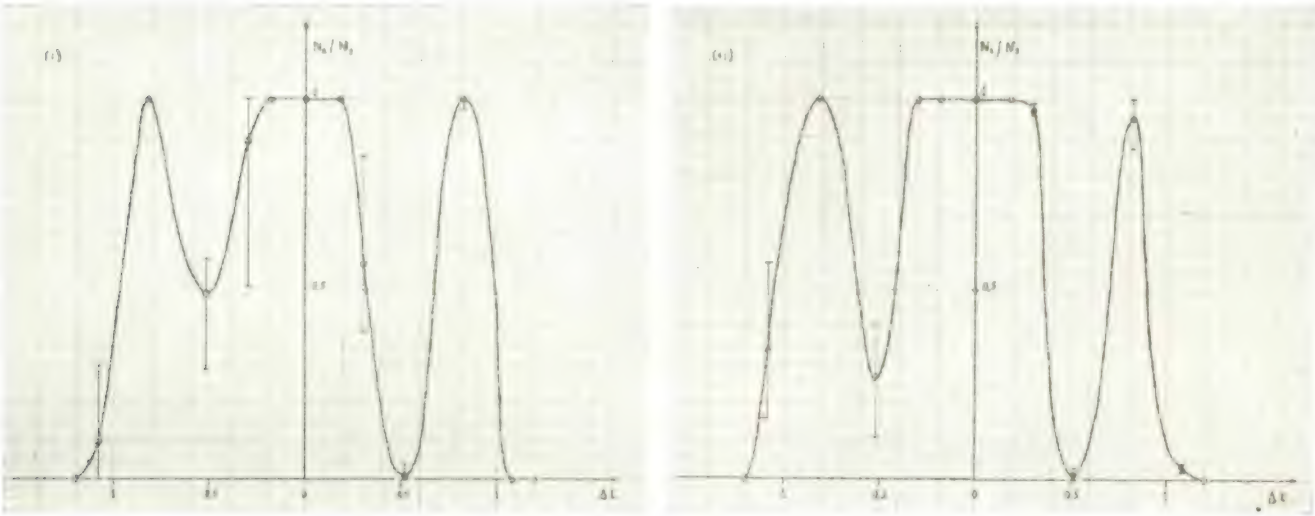


Fig. 3

— Impulsos de entrada negativos
Duração: 10^{-9} s
Amplitude, curvas (i) e (ii): 2,5 V
(Oscilógrafo Tetronix 545, Amplificador tipo 53/54K, sonda 10 x)
— Atrasos Δt em unidades 10^{-9} s

(9) M. J. A. Faro, Técnica (Maio 1959).
(10) Cada impulso formado no gerador dá origem a dois impulsos, um em cada canal da unidade.

além da unidade de coincidências — em especial à dos impulsos provenientes do gerador, e ainda à do nível de entrada do contador — ou se seria também devida à própria unidade.

5 — Curvas de resolução experimentais. Tempo de resolução

Nas fig. 3 e 4 mostram-se algumas das curvas de resolução obtidas pelo processo indicado no § anterior, e nas condições indicadas nas próprias figuras.

Há que notar em primeiro lugar que as curvas correspondentes às mesmas condições — fig. 3, curvas (i) e (ii), fig. 4, curvas (i) e (ii) — mas obtidas em alturas diferentes mostram uma razoável reproductibilidade dos resultados.

Por outro lado as curvas de resolução exibem um andamento anormal manifestado nos dois picos de contagem observados de cada lado da região correspondente à coincidência dos impulsos de entrada. Este andamento anormal poderá ser explicado se os impulsos de entrada, tais como são analisados pelo tubo do circuito de coincidências, apresentarem uma estrutura complexa. Uma situação extrema é a que se representa muito esquematizada na fig. 5 em que se supõe que cada impulso de entrada está dividido em dois impulsos distintos; se o circuito de coincidências tiver resolução suficiente obter-se-ão curvas de resolução com um andamento análogo ao das curvas experimentais. Note-se contudo que para justificar as curvas experimentais obtidas (figs. 3 e 4) não é necessário recorrer ao caso extremo considerado na fig. 5; efectivamente dado que a limitação introduzida pelo tubo de entrada só se faz acima dum certo nível do impulso de entrada, bastará que o impulso apresente irregularidades mais ou menos acentuadas no topo. Há que notar ainda que essas irregularidades para serem observadas exigem larguras de faixa muito grandes — no caso extremo esquematizado na fig. 5 teriam de ser da ordem de 10 K MC/s para $T = 10^{-9}$ s — o que justifica passarem despercebidas.

Admitindo como correcta a interpretação dada acima, um processo de obviar as anomalias das curvas de resolução consistirá em diminuir a largura de faixa dos canais de entrada da unidade. Nesse sentido introduziu-se em cada um dos cabos de atrazo um circuito integrador de constante de tempo nominal $0{,}5 \times 10^{-9}$ s; as novas curvas de resolução (fig. 6) têm já um andamento normal o que parece justificar a interpretação dada.

* * *

Tomando aqui como medida do tempo de resolução da unidade de coincidências a largura total a meia ordenada das curvas de resolução, obtém-se, atendendo às curvas da fig. 6 e nas condições

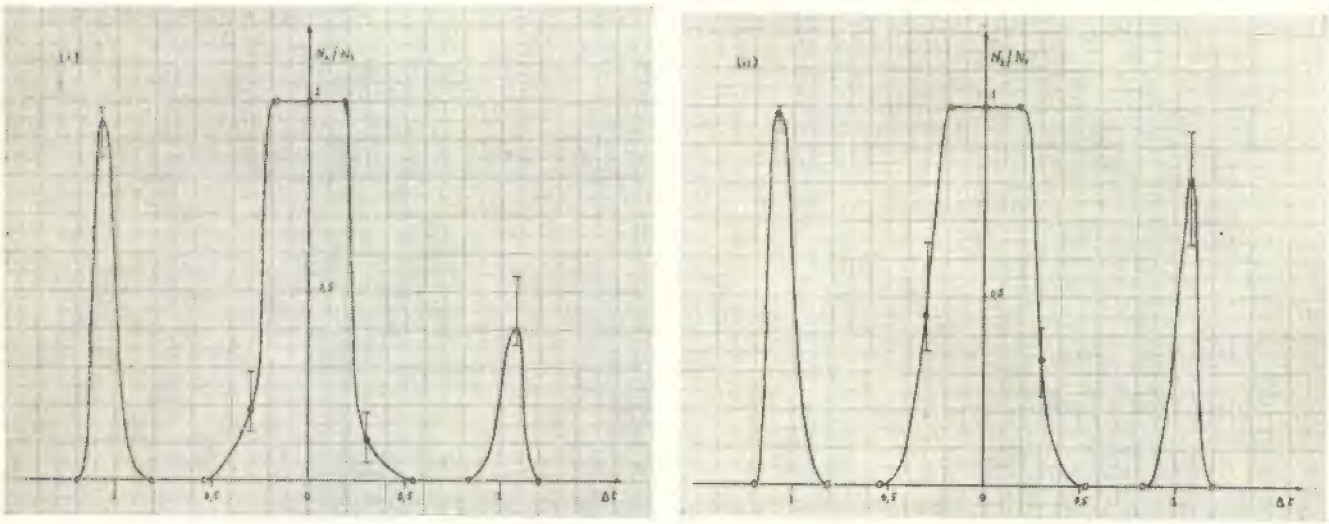


Fig. 4
(V. legenda desta fig. na pág. 322)

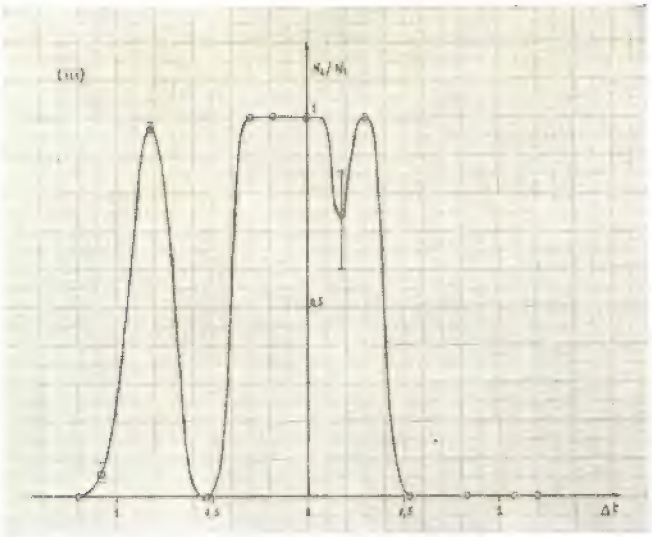


Fig. 4

— Impulsos de entrada negativos
Duração: 2×10^{-9} s
Amplitude, curvas (i) e (ii): 2,5 v
curva (iii): 3,2 v
(Oscilógrafo Tectronix 545, Amplificador tipo 53/54 K, sonda 10 x)
— Atrasos Δt em unidades 10^{-9} s

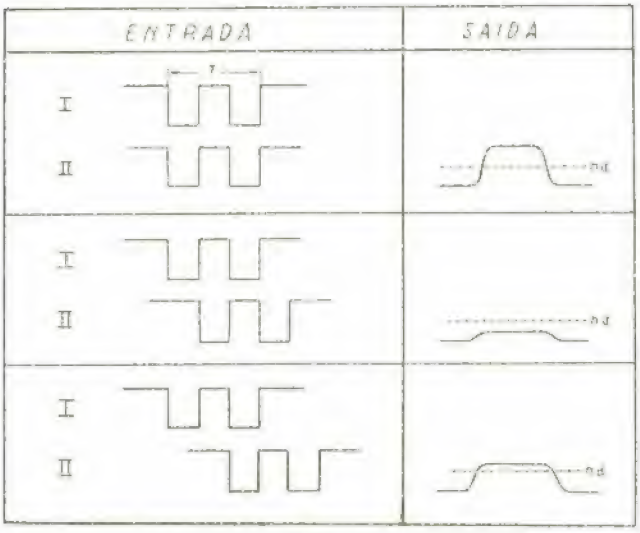


Fig. 5

— n. d.: nível de discriminação
— T: duração nominal do impulso de entrada

em que essas curvas foram traçadas, tempos de resolução de cerca de 2×10^{-9} s. No entanto, as curvas de resolução anómalas (fig. 3 e 4), se a interpretação dada for a correcta, representam um começo de análise de impulsos com durações de 10^{-9} e 2×10^{-9} s e corresponderão portanto a tempos de resolução menores.

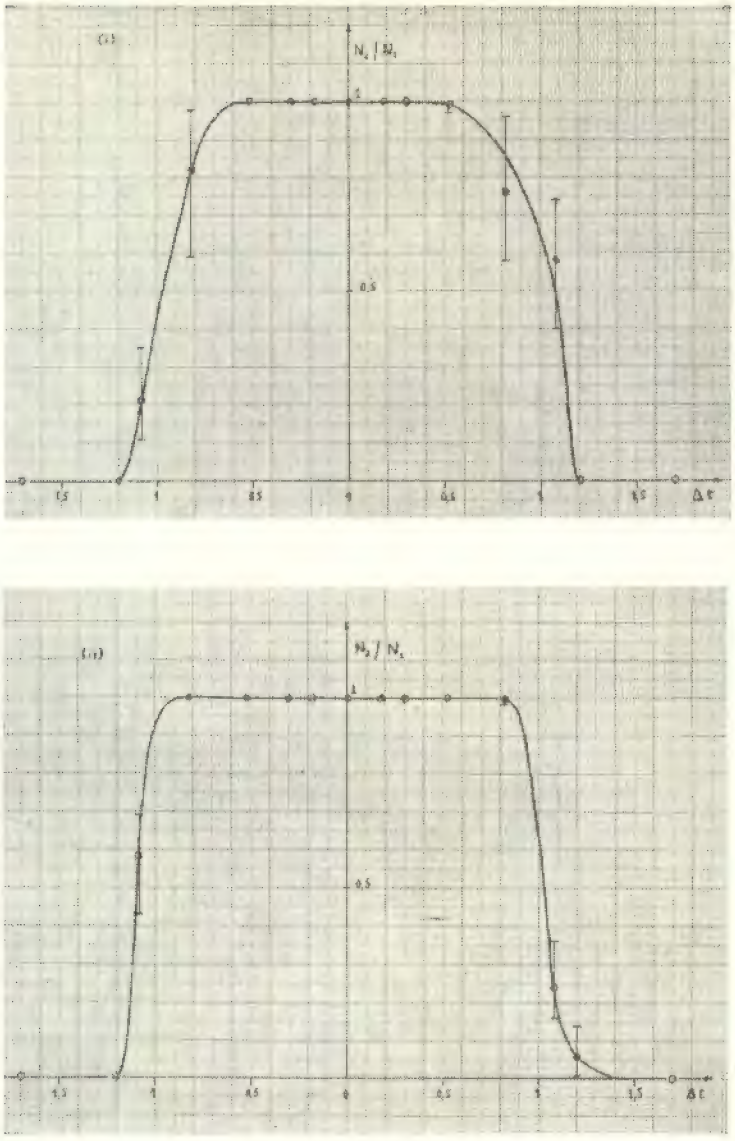


Fig. 6

— Impulsos de entrada negativos
Integrados por circuito integrador $R = 50\,\Omega$
$C = 10$ pF
Cte de tempo $0{,}5 \times 10^{-9}$ s
Amplitude (depois de integrados), curva (i): 2,2 V
curva (ii): 3,0 V
(Oscilógrafo Tectronix 545, Amplificador tipo 53/54 K, sonda 10 x)
— Atrasos Δt em unidades 10^{-9} s

6 — Conclusão

Estes primeiros ensaios feitos sobre a unidade de coincidências acima descrita mostram que a unidade permite obter fàcilmente tempos de resolução de cerca de 2×10^{-9} s, ou eventualmente menores, sendo ainda sensível a impulsos de durações iguais a 10^{-9} s. Seguindo o critério de descriminação descrito no § 4, verificou-se ainda que as curvas de resolução eram reproduzíveis, embora os flancos das curvas fossem muito instáveis; não foi possível decidir se a causa dessa instabilidade residia totalmente ou em parte nos circuitos componentes da unidade ou se seria só devida

à instabilidade da fonte utilizada nos ensaios ou a outras causas exteriores à unidade. Por outro lado, o tempo de resolução depende não só do nível de discriminação finalmente adoptado, como também do amplificador que segue o discriminador (v. § 1); esse amplificador não foi descrito mais pormenorizadamente por ser ainda susceptível de ser muito simplificado sem prejuízo para o tempo de resolução da unidade.

Nestas condições, estes primeiros ensaios só poderam dar uma indicação pouco rigorosa dos tempos de resolução que é possível obter com a unidade descrita; mostram contudo que a unidade é susceptível de ser utilizada quando se pretendam tempos de resolução próximos de 10^{-9} s, com impulsos de entrada desta duração ou superior.

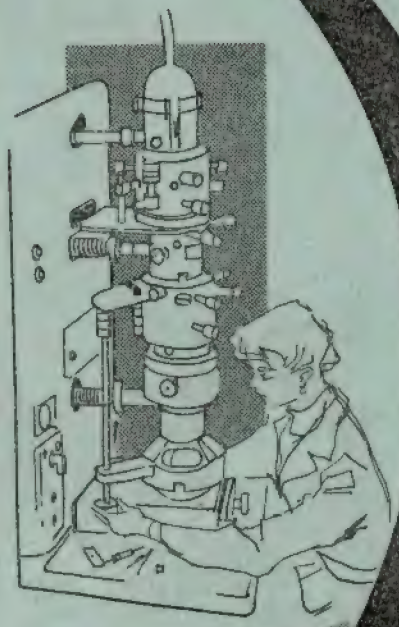
SIEMENS
MESSTECHNIK

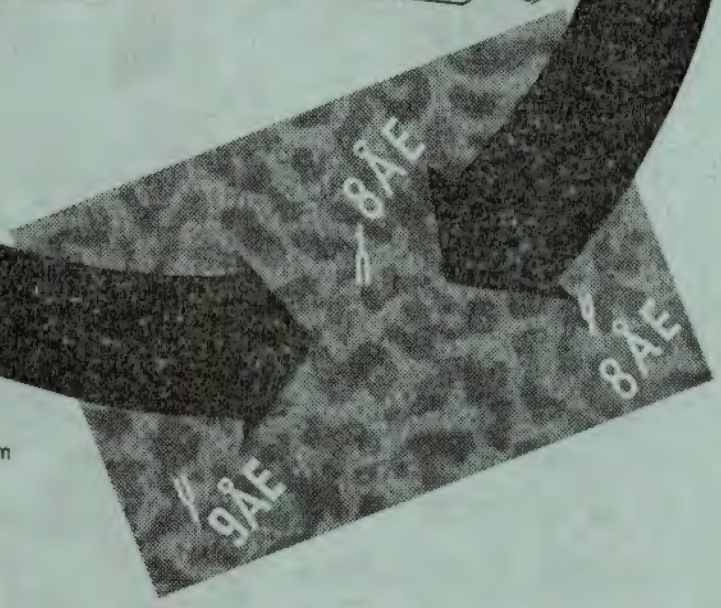
8 ÅE

Para todos os microscópios-electrónicos ELMISKOP I, de 100 kV garantimos um poder de separação superior a 15 ÅE. O valor médio dos testes obtidos é de 12 ÅE. Em muitas experiências foi repetido o resultado de 10 ÅE.

Para os microscópios-electrónicos-ELMISKOP II, de 60 kV garantimos um poder de separação superior a 25 ÅE.

Para a preparação microscópica-electrónica, fornecemos uma aparelhagem de amortecimento de vácuo e de acústica.





Teste de dissolução no ELMISKOP I
n.º de fábrica 143
Objecto : camada evaporizada de palladium
Ampliação óptica-electrónica 100 000 : 1
Ampliação total : 1 000 000 : 1
Tensão da facha electrónica 100 kV

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN · MÜNCHEN

REPRESENTADA POR:

SIEMENS COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S. A. R. L.
LISBOA · PORTO

TRANSFORMADORES
ENAE
LICENÇA SIEMENS-SCHUCKERT
ATÉ
1600 kVA
35 kV
DA CONCEPÇÃO AO
ENSAIO
O RIGOR E O
CUIDADO QUE FAZEM
AS OBRAS PERFEITAS
EMPRESA NACIONAL DE APARELHAGEM ELECTRICA — AV. 24 DE JULHO, 158 — LISBOA

C. D. U. 621.39.015.7

UNIDADE RÁPIDA DE COINCIDÊNCIAS

Circuito tipo Rossi com diódios de germânio

H. F. ONOFRE MOREIRA
Eng. elect. (U. P.)
do Centro de Estudos de Electrónica da C. E. E. N.

F. E. REBELO SIMÕES
Eng. elect. (I. S. T.)
do Centro de Estudos de Electrónica da C. E. E. N.

O Centro de Estudos de Electrónica da Comissão de Estudos de Energia Nuclear apresenta os primeiros resultados experimentais sobre unidades rápidas de coincidências com tempos de resolução da ordem dos 10^{-9} seg.

Este trabalho faz parte dum programa de estudo, construção de protótipos e correspondente aferição, integrado num plano de colaboração com o Laboratório de Física da Junta de Energia Nuclear.

INTRODUÇÃO

Dentro do programa estabelecido para o estudo das unidades de coincidência coube-nos encarar a utilização de diódios de cristal como elementos fundamentais destes circuitos.

Assim começámos por estudar um circuito do tipo paralelo, por ser aquele que apresenta menores dificuldades quanto à selecção dos diódios que vão constituir o circuito de coincidências pròpriamente dito.

1. ESQUEMA REALIZADO

O circuito adoptado (Fig. 1) é do tipo Rossi utilizando cristais de germânio (1).

A resistência de carga R_1, bem como a tensão de alimentação E, foram dimensionadas tendo em vista uma máxima relação entre os sinais de coincidência e de não-coincidência (diferença e cociente), e atendendo às limitações de corrente dos diódios usados (1N48 G).

O acesso à unidade faz-se por meio de dois canais constituídos por cabos coaxiais de 50 Ω (2) de comprimentos variados.

O discriminador, destinado a eliminar as não-coincidências, utiliza também um diódio de germânio (série) e dispõe duma polarização E_d variável.

O amplificador consta de três andares dimensionados de modo a que o sinal de entrada (saída do discriminador) seja sucessiva e gradualmente alargado.

O diódio no último andar tem por fim eliminar quaisquer sobretensões negativas.

---

(1) Baldinger in «Advances in Electronics and Electron Physics» — vol VIII — pag. 303 — 1955 Academic Press — N. Y.

(2) Cabo CPH Amphenol, RG—58 C/.U
$v = 2 \times 10^{10}$ cm/s = 20 cm/ns.

2. ENSAIOS. OBSERVAÇÕES

A amplitude do sinal à entrada do contador e a percentagem de coincidências contadas dependem de muitos factores, não se tornando possível uma representação gráfica completa dessa dependência.

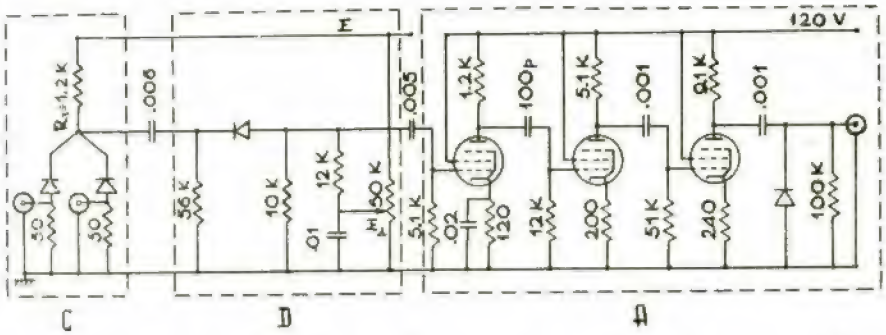


Fig. 1 — Unidade de coincidências. (C — Circuito de coincidência. D — discriminador. A — amplificador) Diódios de germânio 1 N48-G. Tubos electrónicos 6 AK5

É costume representar a amplitude do sinal ou o número de contagens em função do atraso entre os canais que ligam a fonte do sinal (neste caso um faiscador de eléctrodos de platina) ao circuito de coincidências, mantendo todos os restantes factores invariáveis.

Esses factores são essencialmente os seguintes:

— flancos do sinal produzido no faiscador
— comprimento das linhas curto-circuitadas que controlam a duração do impulso
— resposta do circuito de coincidência
— natureza do discriminador rápido
— tensão de polarização do discriminador rápido
— resposta e linearidade do amplificador
— polarização do discriminador do contador (quando aquele existe).

Além destes factores comuns, temos ainda a admitância de entrada do contador, que afecta a amplitude do sinal, e a sensibilidade do contador, de que dependerão as contagens de coincidências.

De todos os factores mencionados, uns dizem respeito à natureza dos elementos que constituem as soluções adoptadas, e comportam-se portanto como parâmetros constantes. Estão neste caso os flancos do impulso do faiscador, a resposta do circuito simples de coincidência, a rapidez do discriminador que se lhe segue e a admitância e sensibilidade do contador (discriminador excluído).

Outros factores, pelo contrário, são mensuráveis e podem utilizar-se como parâmetros variáveis. É o caso do comprimento dos curto-circuitos, e das polarizações dos discriminadores.

Quanto ao amplificador, se as amplitudes e durações dos sinais de entrada forem tais que se dá saturação ou corte de alguns andares, o amplificador tem comportamento não linear e esta não-linearidade constitui um parâmetro variável que se vai reflectir nas curvas de resolução e consequentemente no tempo de resolução (1) do circuito. Se pelo contrário, a resposta do amplificador se mantiver linear para os sinais introduzidos, aquele comporta-se como um factor invariante.

---

(1) Definimos o tempo de resolução (para um certo circuito e para determinada forma e amplitude dos sinais de entrada) como o menor intervalo de tempo entre dois impulsos que o circuito (global) pode discriminar, isto é, o intervalo abaixo do qual o circuito registará dois impulsos como sendo coincidentes. Por não serem todos os impulsos

Foi nestas últimas condições que trabalhámos pelo que os parâmetros utilizados foram apenas três:

— comprimento L dos curto-circuitos (v. Figs. 2 e 3)

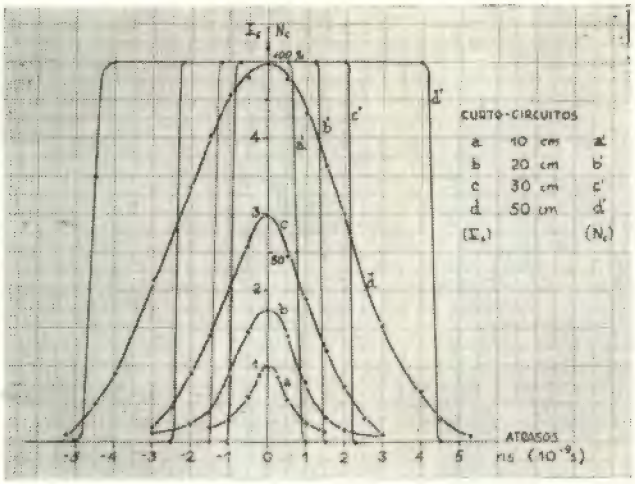


Fig. 2 — Amplitude E_s do sinal de saída do amplificador (escala arbitrária) e percentagem N_c de coincidências em função dos atrasos τ entre canais, para vários comprimentos L dos curto-circuitos. Contador sem discriminador.

$$E = -9.4\ V\ ,\ E_d = -6.3\ V \qquad v = 20\ cm/ns$$

(a) L = 10 cm	τ_r = 0 85 ns	2L/v = 1 ns (10^{-9} s)	
(b) L = 20 cm	τ_r = 1 35 ns	2L/v = 2 ns	τ_r = tempo de resolução calculado
(c) L = 30 cm	τ_r = 2.25 ns	2L/v = 3 ns	Amplitudes medidas num Oscilógrafo Tektronix 545
(d) L = 50 cm	τ_r = 4.45 ns	2L/v = 5 ns	com amplificador tipo K

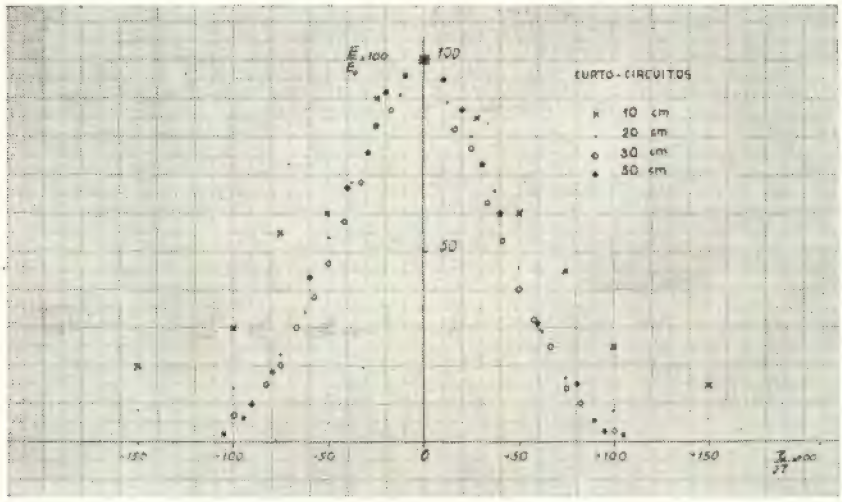


Fig. 3 — Características de amplitude da Fig. 2 normalizadas: $\dfrac{E_s(\tau)}{E_s(\tau = 0)} \cdot 100 = f\left(\dfrac{\tau}{2L/v} \cdot 100\right)$

2L/v seria a duração do impulso de entrada, se o flanco do sinal do faiscador fosse vertical (tempo de crescimento nulo)

---

de entrada perfeitamente iguais e ainda porque a resposta do sistema a um dado tipo de impulso não é rigorosamente uniforme, o tempo de resolução não é constante.

A partir das curvas diferenciais de contagem (considerando separadamente atrasos positivos e negativos em relação a um dos canais) pode-se calcular o tempo de resolução *médio*, com abcissa do centro de gravidade da área com-

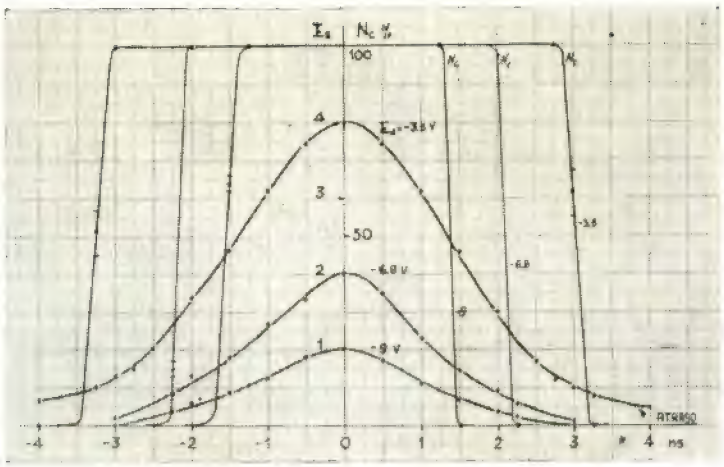


Fig. 4 — Características $E_s = f(\tau)$ e $N_c = f(\tau)$ para várias polarizações E_d do discriminador rápido. Contador sem discriminador

$L = 30$ cm ($2L/v = 3$ ns) $E = -9.2$ V

$E_d = -3.5$ V $\quad \tau_r = 3.15$ ns

$E_d = -6.8$ V $\quad \tau_r = 2.15$ ns

$E_d = -9.0$ V $\quad \tau_r = 1.45$ ns

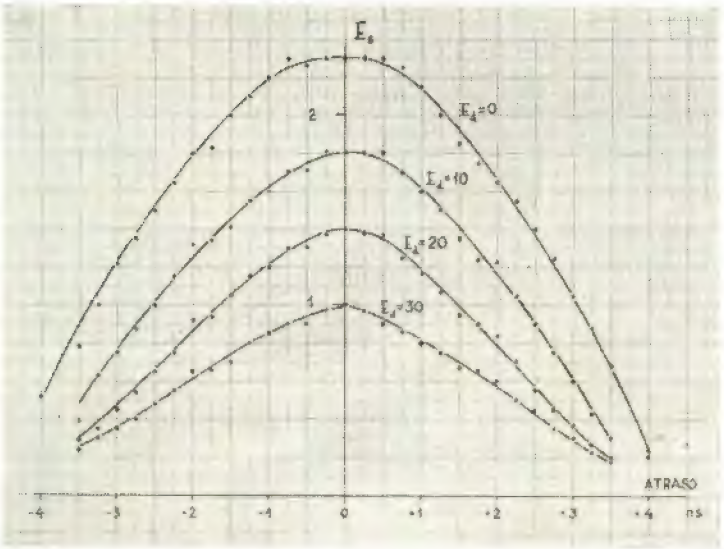


Fig. 5 — Características $E_s = f(\tau)$ para várias polarizações E'_d do discriminador de saída

E_s = amplitude do sinal de entrada do contador

$E = -9.5$ V

$E_d = -4.5$ V

$L = 50$ cm ($2L/v = 5$ ns) $\quad E'_d = 0, 10, 20, 30$ V

---

preendida entre cada uma das curvas e o eixo dos tempos, e que não é mais do que a abcissa média das curvas pritimivas, ou seja, o *atraso* médio.

Definem-se deste modo dois tempos de resolução, um para atrasos positivos e outro para atrasos negativos em relação a um dos canais, ou seja para atrasos nos dois sentidos, e de que tomamos a média $\tau_r = \frac{1}{2}(\tau^+ + \tau^-)$.

DKM 2 — O taqueómetro de triangulação de círculo duplo (leitura directa 1 seg.) com múltiplas possibilidades de emprego: Triangulação II.-IV. ordem. Poligonação de precisão. Medição de distâncias por mira de base de invar ou por equipamento de dupla imagem. Observações astronómicas.
Óculo de grande alcance com 30 × de aumento e abertura de 45 mm.
O mais moderno sistema de eixos e de horizontalidade e aperfeiçoada construção do estativo. Operação de centragem muito simples com o novo tripé automático.
Peça o prospecto descritivo.

Kern SWISS

KERN — Instrumentos geodésicos de fama mundial pela perfeição técnica e precisão.

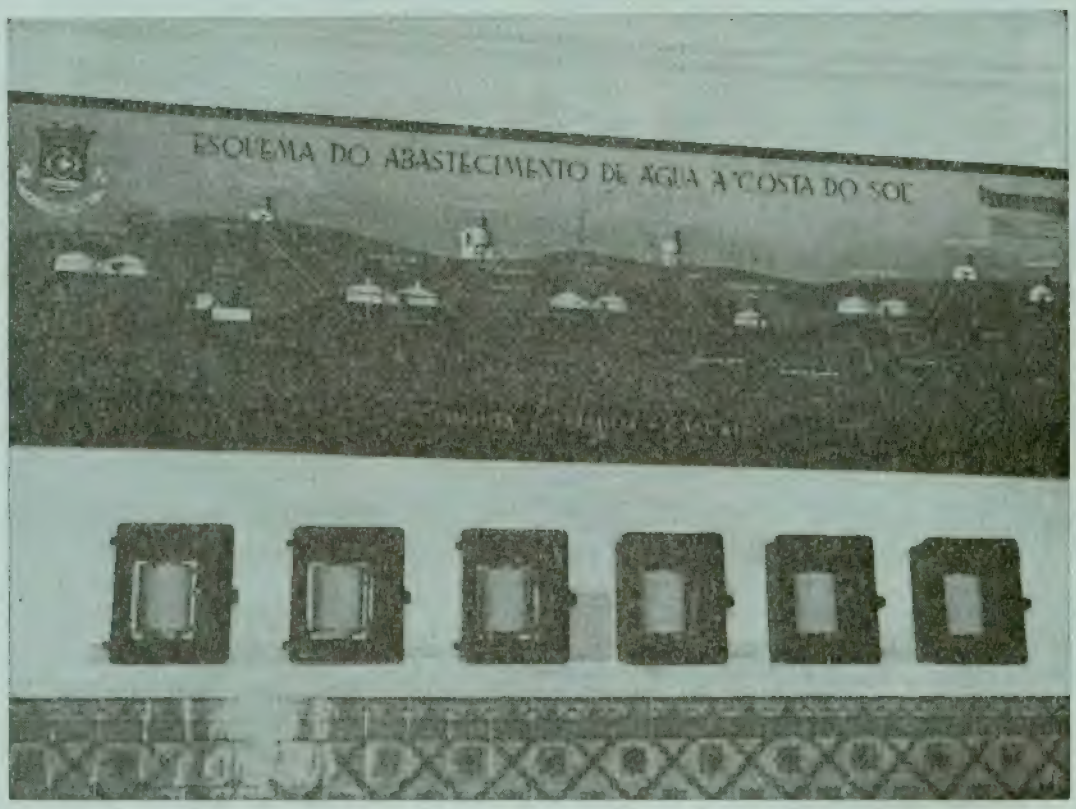
REPRESENTANTES PARA PORTUGAL:

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

RUA DE SANTO ANTÓNIO, 137-145 — PORTO — TEL. 20254/5
RUA ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º — LISBOA — TEL. 53366

FR. RITTMEYER S. A.

Fabricantes de equipamento de controle para serviços de distribuição de água, barragens, etc.



Grupo de teleregistadores instalados na Central da Câmara Municipal de Oeiras. Esta instalação compreende emissores da medida do nível de água, dos 15 reservatórios equipados, por meio de impulsos de corrente contínua lançados através de pares telefónicos.

REPRESENTANTES:

FACTO, LDA.

R. DA MADALENA, 46-2.º — LISBOA

— polarização E_d do discriminador rápido (v. Fig. 4)

— polarização E'_d dum discriminador colocado antes do contador, destinado a fazer variar o limiar de contagem (v. Figs. 5 e 6).

Os impulsos necessários para os ensaios obtiveram-se a partir do faiscador já mencionado, descrito noutro lado (1). Fizeram-se duas saídas idênticas para o mesmo, controlando-se a largura dos sinais por meio de pares de cabos curto-circuitados (coaxiais Amphenol de 50 Ω).

Porque o faiscador está sujeito a apreciável desgaste, as determinações estatísticas que a realização das contagens implica, oferecem poucas garantias, principalmente na zona do limiar de contagem, em que uma pequena variação de amplitude ou duração do sinal de entrada no contador é suficiente para fazer passar a percentagem de coincidências de 100 para 0 e vice-versa.

Em contrapartida as amplitudes apresentam razoável estabilidade durante os períodos de observação.

Assim foi possível proceder à determinação completa de várias características de resolução (amplitudes) num total de algumas dezenas de ensaios, sem que as condições de trabalho do faiscador se alterassem apreciàvelmente.

Nas curvas de contagem, e pelos motivos apontados, apenas os valores extremos (0 e 100 %) são absolutamente bem definidos. Dum modo geral — caso das Figs. 2 e 4 — uma variação de 5 cm no atraso (0,25 ns) foi suficiente para se passar dum extremo a outro da contagem. Nos casos em que isto se não verificou, anotaram-se as percentagens intermédias obtidas, para facilitar o traçado aproximado das curvas.

Nos ensaios em que se usou como parâmetro a tensão de polarização do discriminador à saída do amplificador (Fig. 6) fizeram-se, para cada ponto, algumas contagens de 5000 toques cada, tendo-se anotado o valor médio e os extremos.

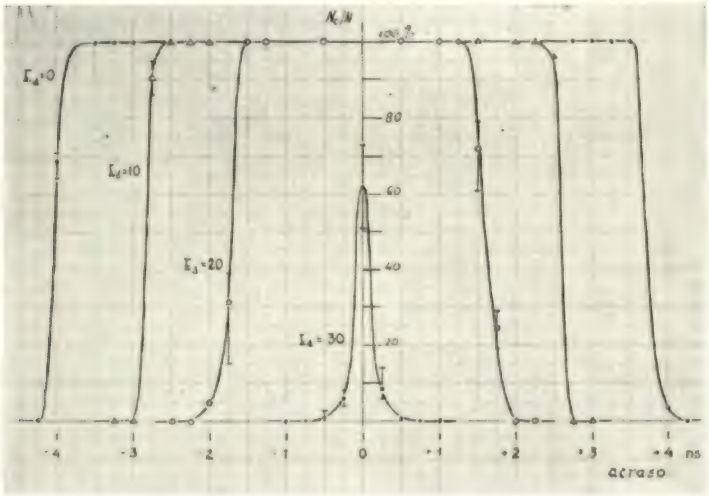


Fig. 6 — Curvas de resolução $N_c = f(\tau)$ para várias polarizações E'_d do discriminador de saída

$E = -9.5$ V	$E'_d = 0$ V	$\tau_r = 3.9$ ns
$E_d = -4.5$ V	$E'_d = 10$ V	$\tau_r = 2.7$ ns
$L = 50$ cm ($2L/v = 5$ ns)	$E'_d = 20$ V	$\tau_r = 1.7$ ns
	$E'_d = 30$ V	40 % de perda de coincidências para $\tau = 0$

(1) Abreu Faro in «Técnica» — Maio 1959 — Lisboa.

3. CONCLUSÕES

Da análise dos resultados podem tirar-se as seguintes conclusões :

1) O tempo de resolução pode baixar-se à custa duma redução do comprimento L dos curto--circuitos, ou dum aumento das discriminações antes e depois do amplificador, até um limite abaixo do qual se começam a perder coincidências. Esse limite foi, no nosso caso, da ordem de 1 ns.

2) A unidade responde satisfatòriamente a impulsos de entrada até uma *duração* mínima de cerca de 2 ns ($L = 20$ cm), como se verifica pela coincidência muito aproximada das curvas normalizadas de Fig. 3, correspondentes a $L = 50$ cm, 30 cm e 20 cm, e pela maneira como as amplitudes descem quando τ se aproxima de $2L/v$.

Notar que as curvas correspondentes a um circuito ideal, para impulsos de entrada rectangulares de duração $2L/v$ deveriam ter um andamento triangular, partindo da amplitude 100 % para $\tau = 0$, até à amplitude 0, para $\tau = 2L/v$.

C. D. U. 627.341

Duques de Alba elásticos de igual resistência

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) FERNANDO VASCO COSTA

Assistente do Instituto Superior Técnico

No número de Abril de 1959 publicou a «Técnica» um artigo intitulado «Duques de Alba». Com esse artigo, em que se descreviam modos de utilização e tipos de duques de Alba, pretendia o seu autor contribuir para a divulgação em Portugal de tão económico tipo de obra acostável.

Embora seja norma da «Técnica» só publicar artigos originais, transcrevemos em seguida um artigo que veio publicado no número de Janeiro da revista «Dock and Harbour Authority» com o título «Elastic Dolphins of Uniform Strength», pois ele constitui, de alguma forma, uma continuação do artigo acima referido.

Podem conseguir-se economias apreciáveis adaptando as secções transversais das peças destinadas a trabalhar à flexão à grandeza dos momentos flectores a que serão submetidas.

No caso de duques de Alba elásticos constituídos por vigas trabalhando em consola tais economias podem ser particularmente elevadas, pois resultam não só da redução das secções submetidas a menores momentos mas, principalmente, do aumento de quantidade de energia cinética que pode ser absorvida.

Sucede, por isso, o que não é geralmente tido em conta, que um duque de Alba elástico composto por estacas de secção transversal descrescendo da base para o tôpo não só pesa menos mas também, por ser mais deformável, se encontra em condições de absorver maior quantidade de energia do que um duque de Alba composto por estacas de secção transversal constante. Os duques de Alba elásticos de igual resistência apresentam ainda a vantagem, em relação aos de secção constante, de para uma mesma quantidade de energia absorvida provocarem menores reacções sobre o casco dos navios.

A energia cinética de um navio que choca contra um duque de Alba elástico é absorvida pela deformação do duque de Alba. Designando por f a flexa do duque de Alba, por R a reacção deste sobre o navio, por m a massa do navio e por v a sua velocidade ao chocar com o duque de Alba, podemos escrever:

$$n \frac{m v^2}{2} = R \frac{f}{2} \qquad (1$$

Nesta expressão n é um coeficiente que permite tomar em consideração a energia absorvida por atrito, deformação local das defensas, deslocamento de água debaixo do navio e outras formas de dissipação de energia. Tendo em conta o tipo do navio e condições do choque, adoptam-se geralmente para este coeficiente valores compreendidos entre 0,2 e 0,5 (Minikin, 1950, p. 168 e 190).

Para efeitos deste estudo, admitir-se-á que os duques de Alba elásticos se comportam como consolas encastradas na superfície do terreno. Na realidade, a secção onde se verifica o maior momento encontra-se um pouco abaixo da superfície do terreno.

A energia total que pode ser armazenada numa viga sujeita à flexão pode ser calculada por:

$$U = \int \frac{M^2}{2 E I} dx \qquad (2$$

No caso de uma consola de secção constante, I é constante e à equação 2) pode ser dada a forma (fig. 1):

$$U = \int \frac{R^2 x^2}{2 E I} dx = \frac{R^2 h^3}{6 E I} \qquad (3$$

No caso de uma consola cujo momento de inércia varie proporcionalmente ao momento flector, a curvatura da deformada será constante. Logo:

$$U = \int \frac{M R x}{2 E I} dx = \frac{M R h^2}{4 E I} = \frac{R^2 h^3}{4 E I} \qquad (4$$

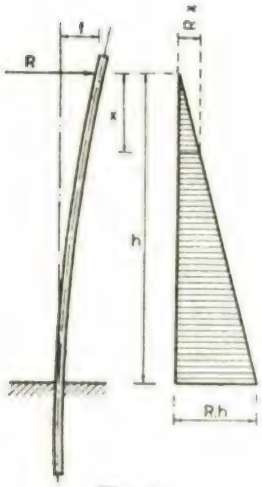


Fig. 1

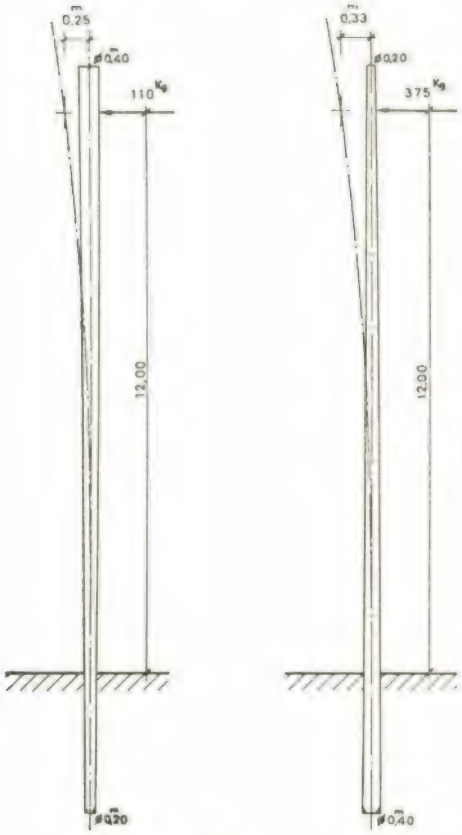


Fig. 2

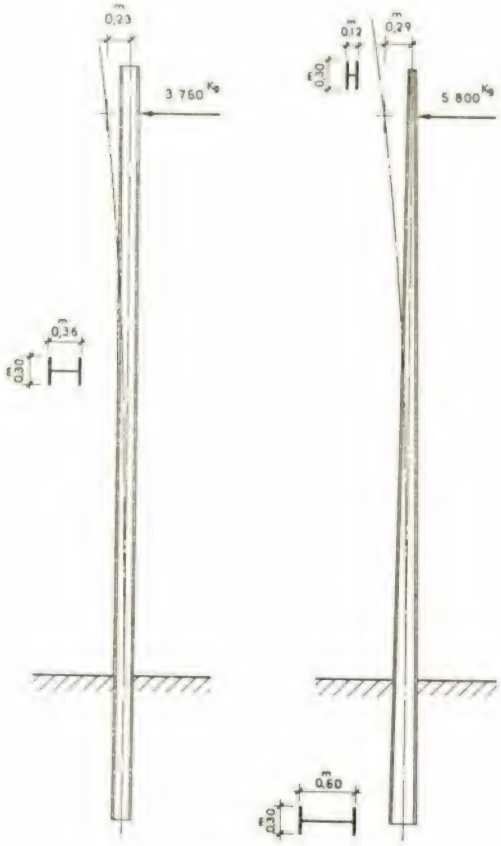


Fig. 3

sendo I o momento de inércia na secção considerada como de encastramento.

Se compararmos as equações 3) com 4) vemos que, para uma mesma força actuando na extremidade livre e portanto iguais momentos flectores na secção de encastramento, uma consola com momento de inércia proporcional ao momento flector se encontra em condições de absorver 50 % mais energia do que uma consola semelhante de secção constante. Esta conclusão é surpreendente, pois significa que a consola com menor quantidade de material se encontra em condições de absorver maior quantidade de energia.

Na fig. 2 compara-se um duque de Alba constituído por uma estaca de madeira cravada com a parte grossa para cima, com outro constituído por uma estaca de iguais dimensões mas cravada com a parte grossa para baixo. É fácil verificar que a posição adoptada usualmente só apresenta inconvenientes: não só a menor secção tem de resistir ao maior momento, como também, por a flecha na parte superior ser muito pequena, é reduzida a quantidade de energia que pode ser absorvida pela formação da estaca.

Se ambas as estacas tiverem as mesmas dimensões e estas forem as indicadas na figura, a energia que pode ser absorvida pela primeira será, apenas, da ordem de 14 mkg, ao passo que a segunda poderá absorver 83 mkg. Uma simples inversão da posição da estaca de madeira per

mite aumentar para o sêxtuplo a energia que por ela pode ser absorvida.

Para tornar possível a comparação admitiu-se que ambas as estacas de madeira se podiam considerar como encastradas no terreno à mesma cota, e eram submetidas às mesmas tensões máximas na secção de encastramento. A segunda estaca terá, naturalmente, de ser cravada um pouco mais fundo, para conseguir no terreno o apoio necessário a suportar um maior momento.

A fig. 3 representa duas estacas muito semelhantes. A segunda foi obtida cortando o perfil I que constitui a primeira ao longo da sua alma, em diagonal, e soldando em seguida as duas partes, depois de ter feito rodar uma delas 180°.

Com esta simples operação passou a ser possível, usando a mesma quantidade de aço e adoptando a mesma tensão de serviço, absorver com uma estaca quase o dobro da energia proveniente do choque de um navio.

A fig. 4 representa duas estacas tubulares. Uma é constituída por um tubo de diâmetro e espessura uniformes, e a outra por um tubo com o mesmo diâmetro mas de espessura variável. Embora o segundo tubo seja muito mais leve, e provàvelmente mais barato, será maior a sua capacidade de absorção de energia. Isto por virtude de ser maior a sua flexa quando ambas as estacas estiverem submetidas a um mesmo momento flector.

Espera-se que este artigo contribua para levar os engenheiros que projectam duques de Alba elásticos a procurarem, fazendo uso dos princípios expostos, utilizar como estacas vigas de igual resistência, de preferência a vigas de secção constante.

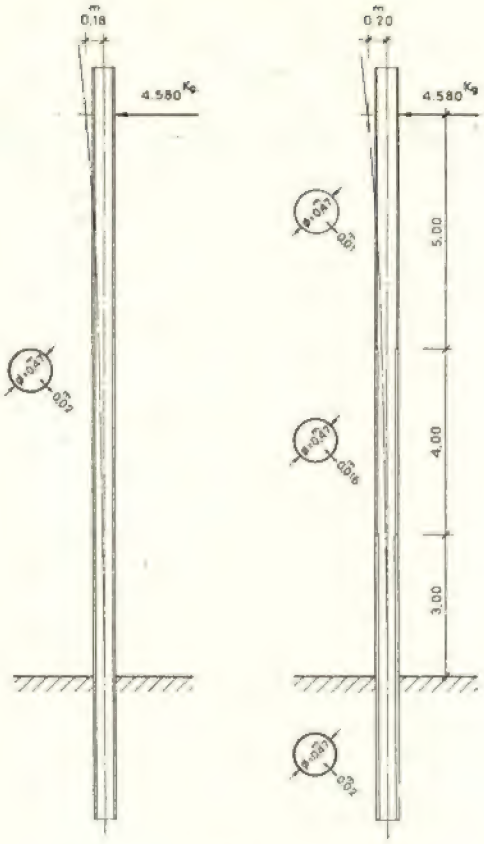


Fig. 4

Estudo da capacidade de carga de pavimentos de aeródromo

Pelo Eng.º Civil (I. S T.) RODRIGO M. C. TEIXEIRA D'ALMEIDA

ADITAMENTO

Por ter sido considerado de interesse apresentar uma bibliografia sobre os problemas enunciados no artigo do título acima indicado saído no número anterior da *Técnica*, junto a seguinte lista de trabalhos e obras consultadas, que poderão ser tomados como base para maior esclarecimento e desenvolvimento dos assuntos tratados:

— *Determinação da capacidade de carga do aeródromo de Montijo* Úlpio Nascimento e Abel Simões (Laboratório Nacional de Engenharia Civil). — Fev.º 1956 — Lisboa.

— *Determinação da capacidade de carga de um aeródromo.* Úlpio Nascimento e Abel Simões (Laboratório Nacional de Engenharia Civil). Junho 1957. Primeira Jornada de Estradas — Volume II — Luanda.

— *A mecânica de solos e suas aplicações.* Pimentel Pereira dos Santos.
Técnica (n.º 195 — n.º 204) — 1949 - 50. Lisboa.

— *Symposium on load tests of bearing capacity of soils.* June 16-20-1947 — Special Tecnical Publication n.º 79 — A.S.T.M.

— *Airports: Design, Construction and Management.* Glidden, K. H. F. Law, J. E. Cowles, 1946, Mc. Graw — Hill Book Company Inc.

— *Aerodromes, air routes and ground aids division* — Report of the, sixth session — April 1957 — Vol. II. International Civil Aviation Organization — Montreal.

— *Design of Concrete Airport Pavement* — Portland Cement Association, 1955, Ill.

— *Discussion of Philippe — Mellinger Paper* — G. K. Ray, Highway Rescarch Board Proceedings, 1952, Vol. 31.

— *Determination de la force portante des pistes d'aérodromes.* Lorin, M. — Symposium sur l'observation des ouvrages, 1955 — Lisboa.

— *Manuals — Corps of Engineers — U. S. Army — Engineering and Design — Flexible Airfield Pavements — Air Force* — 15 Aug 58.

— *Manuel du Laboratoire Routier* — Peltier, R. — 1954 — Dunod — Paris
Soil Mechanics in engineering practice — K. Terzaghi, R. Peck New York — London — 1948.

— *Soil Mechanics for road engineers* — Road Research Laboratory, 1952.

— *Carreteras, Calles y Aeropistas* —Raul Valle Rodas — Tercera Edición-Libreria «El Ateneo» Editorial — Buenos Aires. 1958

— *Aeropuertos* — López — Pedraza — Dossat — Madrid — 1957.

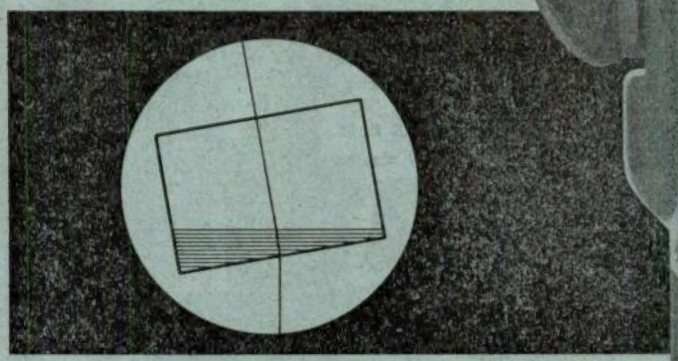
— *Airport Engineering* — Sharp, Shaw, Dunlop — N. York — London — 1946.

O NOVO TEODOLITO

Wild T 1-A

com calagem
zenital automática

O teodolito com os aperfeiçoamentos mais modernos, permitindo medições mais fáceis, rápidas e mais exactas



Automatismo duma concepção surpreendentemente simples: Prisma com líquido sem partes mecânicas, sem desgaste, sem desarranjos sem reparações.

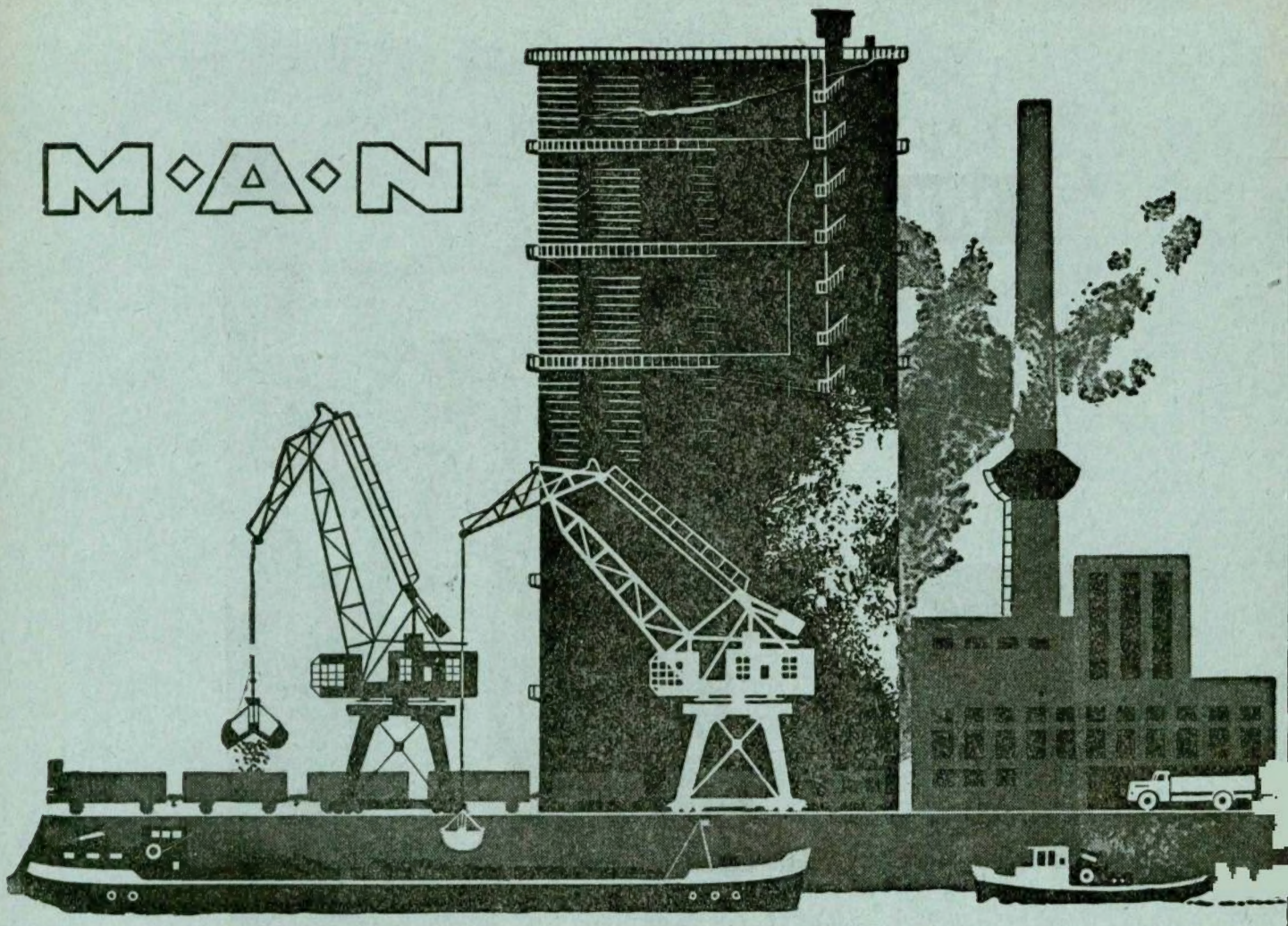
Detalhes no prospecto Th 154

WILD
HEERBRUGG

Solicitem catálogo ou demonstração ao representante exclusivo:

WILD PORTUGAL, L.DA

LISBOA — PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8, S/L 6 — Tel. 68 1127



MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG A-G · WERK NÜRNBER

INSTALAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ A VAPOR · INSTALAÇÕES DE FORÇA MOTRIZ A GÁS · GUINDASTES E TRANSPORTADORES · MATERIAL CIRCULANTE FERROVIÁRIO · MÁQUINAS PARA ENSAIOS DE MATERIAIS · INSTALAÇÕES DE CONDICIONAMENTO DE AR · PONTES DE AÇO · INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE AÇO · CONSTRUÇÕES METÁLICAS · BOMBAS · GASÓMETROS · CALDEIRAS A VAPOR CANALIZAÇÕES DE AÇO · MOTORES DIESEL TERRESTRES E MARÍTIMOS

REPRESENTAÇÃO GERAL PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

INDUMA

MÁQUINAS INDUSTRIAIS LIMITADA
AVENIDA ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 88-3.º · LISBOA

C. D. U. 622.731

Tentativa para o estabelecimento duma lei geral da distribuição granulométrica das partículas resultantes da fragmentação

POR RAMACHONDRA A. NAIQUE
Eng.º de Minas (I. S. T.)
Bolseiro do I. A. C. para a C. E. E. N.

De certo modo a distribuição granulométrica de determinada massa de partículas materiais traduz um nível energético próprio, porquanto para o atingir houve que fornecer energia recorrendo a transformação irreversível — a fragmentação.

Quer dizer, a menos factores multiplicativos de carácter experimental, a informação constituída pelas granulometrias inicial e final deverá ser suficiente para determinar a energia cedida ao conjunto de partículas materiais, durante a fragmentação. Assim o admitiram Rittinger, Kick, Bond, Holmes, Charles, os membros do «Comittee on the Theory of Comminution» e outros.

Contudo, a aplicação a conjuntos de partículas reais de qualquer lei elementar, relacionando a energia cedida com a variação de calibre, encontra duas dificuldades. A primeira consiste em definir o modo porque se hão-de realizar as integrações a que aquela lei conduz, dificuldade que se ultrapassa se se estabelecer, por exemplo, um «Princípio de Sobreposição». A segunda, aliás meramente formal, reside na definição analítica da função de distribuicão da granulometria, para que as integracões referidas se possam efectuar também por via analítica, vantagem demasiado importante para poder-se despresar.

É este último aspecto que o trabalho que se segue aborda, mostrando como a distribuição lognormal se adapta com rigor à descrição das granulometrias dos recentes ensaios do «Comittee on the Theory of Comminution».

Trata-se, pois, de prolongamento dos resultados de Kalmogorow, Renyi e Lazar, que importa desde já tornar público, pela utilidade e incentivos que encerra.

JOSÉ QUINTINO ROGADO
Director do Laboratório de Preparação de Minérios da C. E. E. N.

1 — INTRODUÇÃO

Várias tentativas têm sido feitas, no sentido de estabelecimento duma teoria definitiva, explicando a relação entre a energia consumida e a redução de calibres ocorrida na fragmentação das partículas sólidas. E, apesar da existência de algumas teorias, tais como, as de Rittinger [1], Kick [2], Bond [3], Charles [4], etc., verifica-se que nenhuma delas se pode considerar satisfatória, por falta de generalidade que encerram, e assim o assunto tem continuado a ser objecto de estudo por parte de vários investigadores.

De entre os trabalhos em curso no Laboratório de Tratamento de Minérios do C.M.G., encontra-se o estudo da aludida relação. A aplicação a um caso concreto duma fórmula, recentemente deduzida por J. Quintino Rogado [5], deu-nos a oportunidade de realizar naquele Laboratório, o estudo a que este artigo diz respeito.

2 — GENERALIDADES

Entendemos por *fragmentação* (o que os ingleses e franceses denominam *comminution*), toda a redução de calibre das partículas sólidas e como tal